

RADIO COMMUNICATION SYSTEM, RADIO EQUIPMENT AND SWITCH

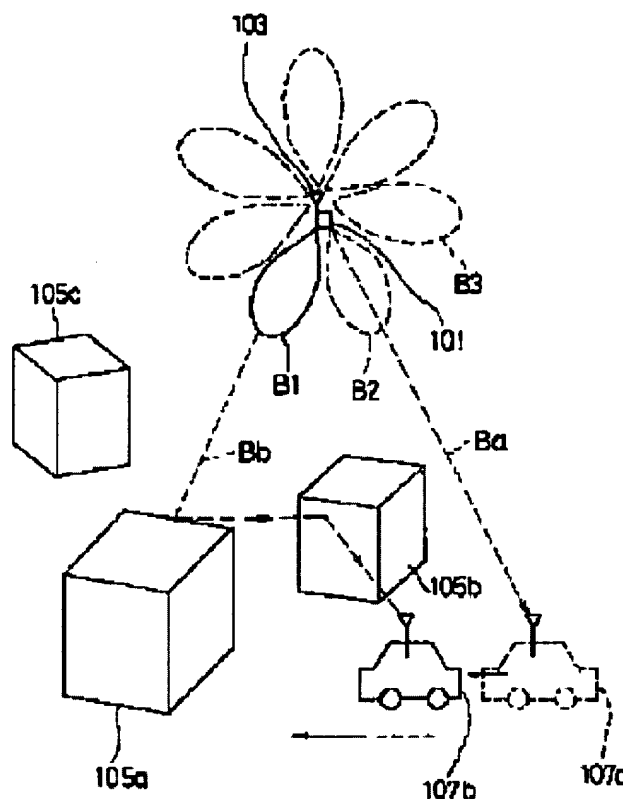
Patent number: JP7087011
Publication date: 1995-03-31
Inventor: MAEDA TADAHIKO; TSURUMI HIROSHI; OBAYASHI SHUICHI; OGURA KOJI; SEKINE SHUICHI; YOSHIDA HIROSHI; IINO KOJI; NAMEKATA MINORU; AMANO TAKASHI; ARAI SATOSHI; MUKAI MANABU; SOEYA MIYUKI; KAYANO HIROYUKI; ISHIBASHI TAKANOBU
Applicant: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO
Classification:
 - international: H04B7/26; H04B7/10
 - european:
Application number: JP19930252202 19930914
Priority number(s): JP19930252202 19930914

Report a data error here

Abstract of JP7087011

PURPOSE: To attain efficient radio communication between a base station and a mobile station by selecting the direction of a communication beam in a direction in which a signal with a highest electric field strength is received at a point where a scanning means intermittently is located.

CONSTITUTION: A base station 101 executes scanning by a major beam in every direction in tow-dimension or stereoscopically by changing the directivity of an antenna mechanically or electrically intermittently, in response to the transmission rate concretely such as every 5msec in the case of 200kbps. A mobile station 107 receives the major beam and measures the electric field strength at a received point and informs the result of measurement to the base station 101, which fixes its direction of the major beam in a direction in which a signal with a highest electric field strength is received afterward. Thus, a new radio wave transmission channel Bb is found out corresponding to the reception environment of the mobile station 107 and the direction of the major beam is corrected. Furthermore, when the direction of the antenna is electrically changed, for example, a phased array antenna or the like is used.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-87011

(43) 公開日 平成7年(1995)3月31日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B 7/26				
7/10	A	4229-5K		
		9297-5K	H 0 4 B 7/ 26	B

審査請求 未請求 請求項の数14 F D (全 51 頁)

(21) 出願番号 特願平5-252202

(22) 出願日 平成5年(1993)9月14日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 前田 忠彦

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会
社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 鶴見 博史

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会
社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 尾林 秀一

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会
社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 弁理士 三好 秀和

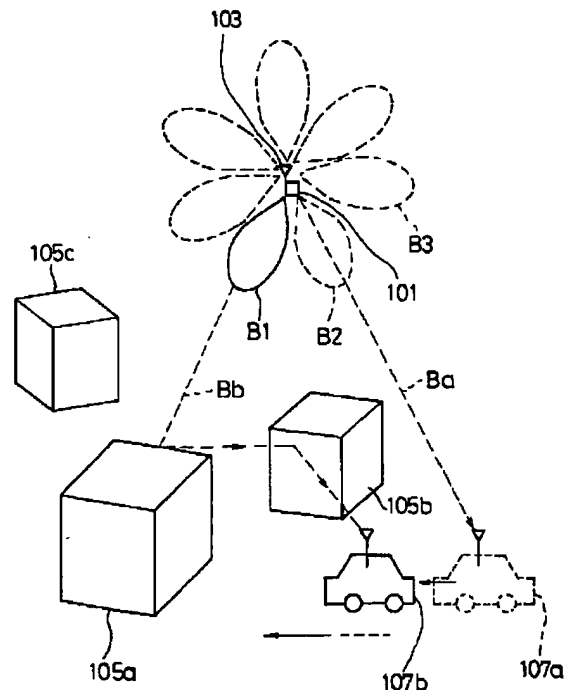
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システム及び無線装置及びスイッチ

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、移動体との通信をより良い状態で行うことのできる無線通信システム及び無線装置及びスイッチを提供することを目的とする。

【構成】 間欠的に周囲を走査する走査手段と、この走査手段の位置する地点での電界強度を測定する測定手段と、この測定手段で最も強い電界強度が受信された方向に通信ビームの向きを切替える切替え手段とを備えて構成される。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 間欠的に周囲を走査する走査手段と、
この走査手段の位置する地点での電界強度を測定する測定手段と、
この測定手段で最も強い電界強度が受信された方向に通信ビームの向きを切替える切替え手段とを有することを特徴とする無線通信システム。

【請求項2】 通信に係る経時的履歴を記憶する記憶手段と、
この記憶手段に記憶される履歴に基づいて通信ビームの向きを予測し変更する変更手段とを有することを特徴とする無線通信システム。

【請求項3】 基地局と位置を移動し得る複数の移動局との間の通信を行う無線通信システムであって、
前記移動局は、自局に係る制御情報を基地局に対して通知する通知手段を備え、
前記基地局は、指向性アンテナと無指向性アンテナとを具備すると共に、前記移動局から送信される制御情報の内容若しくは移動局から伝送された当該制御情報の受信状況に基づき当該移動局との通信状態を判断する判断手段と、この判断手段の判断によって得られる判断情報により指向性アンテナか無指向性アンテナのうちのいずれか一方を選択する選択手段とを備えることを特徴とする無線通信システム。

【請求項4】 基地局と位置を移動し得る移動局との間の複局同時送信方式によって通信を行う無線通信システムであって、
前記複数の基地局から特定される移動局に対して所定の遅延時間を持って同一の無線信号或いは特定の関係をもつ1組の無線信号を送信させる制御手段と、
前記複数の基地局に対する移動局の位置を検出する位置検出手段と、
この位置検出手段の出力に応じて前記制御手段による遅延時間を伝送特性を良好とする方向に変化させる変更手段とを有することを特徴とする無線通信システム。

【請求項5】 基地局と位置を移動し得る移動局との間の通信を行う無線通信システムであって、
前記基地局と前記移動局の少なくとも一方の通信ビームは指向性を有し、
前記移動局の位置、進行方向、進行速度の少なくとも1つを検出する位置検出手段と、
この位置検出手段の位置情報に基づき当該移動局の位置を予測する予測手段と、
この予測手段で予測された予測位置を基に前記通信ビームの指向性の向きを変更する変更手段とを有することを特徴とする無線通信システム。

【請求項6】 基地局と位置を移動し得る移動局の少なくとも一方の通信ビームは指向性を有して当該基地局と移動局との間の通信を行う無線通信システムであって、
前記移動局の位置、進行方向、進行速度の少なくとも1

2

つを検出する位置検出手段と、
この位置検出手段の位置情報に基づき当該移動局の位置を予測する予測手段と、
この予測手段で予測された予測位置及び前記基地局と前記移動局との間に存在する通信ビームの障害体、反射体、中継局の位置を基に前記通信ビームの経路を決定する決定手段と、
この決定手段で決定された経路に向けて当該通信ビームの指向性の向きを変更する変更手段とを有することを特徴とする無線通信システム。

【請求項7】 第1のコイルと、
前記第1のコイルの中心軸と略平行な中心軸を有しかつ離間して配設される第2のコイルと、
前記第1のコイルの中心軸と略平行な中心軸を有しかつ前記第1のコイルと第2のコイルとの間に配設される第3のコイルと、
前記第1のコイルの中心軸と直交しかつ前記第2のコイルと第3のコイルとの間に配設される超伝導物質で構成される第1の有限地板と、
前記第1の有限地板と平行に配設されかつ第1の有限地板と第2のコイルとの間に配設される超伝導物質で構成される第2の有限地板と、
前記第1の有限地板と前記第2の有限地板の間に該有限地板と平行にかつ前記第3のコイルの中心軸を横切るように配設される超伝導物質で構成されるリボン状素子と、
前記第1のコイルへ電力を供給する第1の電源と、
前記第3のコイルへ電力を供給する第2の電源と、
前記第2のコイルを流れる電流を検出し、該検出電流値に応じて前記第1の電源と前記第2の電源を制御する制御手段とを有することを特徴とするスイッチ。

【請求項8】 基地局と基地局、基地局と端末局或いは端末局同志の間の通信を行う無線通信システムの無線装置であって、
外部からの制御信号によって特性を設定し得る無線信号処理部と、
複数の能動回路を有してその特性を予め設定し得る能動回路部と、
複数の受動回路を有してその特性を予め設定し得る受動回路部とを有することを特徴とする無線装置。

【請求項9】 基地局と端末局が無線により通信を行う無線通信システムであって、
複数の通信方式が混在するときに、前記基地局と端末局との通信に際し最適な通信方式を選択する選択手段を少なくとも前記基地局と端末局のいずれかが具備し、
前記端末局は前記選択された通信方式に対応して無線機の設定を設定するための設定手段を有することを特徴とする無線通信システム。

【請求項10】 基地局と位置を移動し得る複数の移動局との間の通信を行う無線通信システムであって、

3

第1の移動局と前記基地局との間に通信回線が設定されるとき、少なくとも1基以上の第2の移動局を当該第1の移動局と前記基地局との間の通信の中継用として使用することを特徴とする無線通信システム。

【請求項11】 基地局と位置を移動し得る移動局が相互に鋭い指向性を有する通信ビームを介して通信を行う無線通信システムであって、前記基地局と前記移動局は所定時間毎に、無指向性若しくは前記指向性ビームより幅の広い指向性ビームによる送受信を行うことを特徴とする無線通信システム。

【請求項12】 基地局と位置を移動し得る移動局との間の通信を制御信号とデータ信号で行う無線通信システムであって、基地局は制御信号を送信する無指向性アンテナとデータ信号を送受信するビーム径及びビーム方向を可変とし得る指向性アンテナとを具備し、移動局は制御信号及びデータ信号を送受信する無指向性のアンテナを具備することを特徴とする無線通信システム。

【請求項13】 伝送速度の異なる複数チャネルを定められた帯域内でCDMA方式によって多重する無線通信システムであって、前記帯域内の電力密度を測定する測定手段と、この測定手段で測定される電力密度が前記帯域内において干渉電力合計値を最小とする分布となるよう前記複数チャネルの中心周波数を制御する制御手段とを有することを特徴とする無線通信システム。

【請求項14】 基地局と位置を移動し得る複数の移動局との間の通信が指向性アンテナを用いて行われる無線通信システムであって、前記指向性アンテナの指向性を走査させる走査手段と、前記基地局と移動局との間の距離を検出する距離検出手段と、この距離検出手段で検出される距離が大のとき走査速度を小とし、距離が小のとき走査速度を大となるように前記走査手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は移動体との通信に好適な無線通信システム及び無線装置及びスイッチに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、移動体通信は主ビームの指向性が比較的広いセルラ方式で行われている。しかしながら、このようなセルラ方式では、電波資源が有限なため、通信容量が限られる。また無指向性のアンテナでは大きな送信出力が必要とされるため、無線部及び電源に容量の大きなものが必要である。このため、自動車電話等において複雑化、大型化を招いているのが現状である。この

4

ような問題を解決するために、主ビームの指向性を絞り、空間的に無線伝送路を多重化することが考えられる。主ビームの指向性を絞ることによって必要送信出力を低減でき、自動車電話を小形化、低価格化することができる。

【0003】 また、近年の移動無線の普及により、ポケットベル、携帯電話、FAXなど多くのメディアに対し無線通信を行う様になり、それに伴い、携帯端末の小形化、周波数の有効利用、マルチパスフェージング対策、盗聴対策などの問題を早急に解決していくことが要求されている。

【0004】 最近では、LSI技術の進歩により、無線基地局や移動局においても複数のアンテナを備えダイバシティ送受信を行ったり、複数の指向性アンテナ、アダプティブアレイアンテナを用いて通信を行う移動体無線通信システムが提案されている。この様な無線通信システムでは、アンテナの指向性を絞った、ビームアンテナを用いて移動無線端末間のいわゆるポイントーポイント間通信が行われる。

【0005】 この方式では、理想的にポイントーポイント間にビームが張れた場合には、原理的に干渉が存在しない為、同じ周波数、同じ時刻、同じ符号を使用しても、空間を分割して多重通信を行うことが出来るという利点がある。ここではこの通信を周波数分割多元接続(FDMA)、時間分割多元接続(TDMA)、符号分割多元接続(CDMA)などと区別して、空間分割多重接続(以下DSMA: Space Division Multiple Access)と呼ぶ。この伝送方式を用いたシステムを図11に示す。図11では、無線基地局201が、指向性アンテナ203を使用して、ゾーン内の移動局205、207と通信を行っている状態を示す。各移動局と無線基地局201の間には、指向性アンテナ203によってビームが張られており、通信中は各移動局205、207との無線基地局201の間ではポイントーポイントの独立した通信が行われている。この通信方式では、移動局が携帯電話205であっても、自動車電話207であっても、移動局205、207、無線基地局201共に指向性アンテナを用い、全てポイントーポイント間の独立した通信が行われる。この様な指向性アンテナ(ビームアンテナ)を用いたSDMA通信の利点として次の様なことが挙げられる。

【0006】 ・ビームアンテナによりポイントーポイント間の通信が可能になると、理想的には他局との干渉が無くなるため、各移動局共に同一の周波数、同一の時刻、同一の符号を使用することが原理的には可能となり、現行のシステムに比べて周波数、時間、符号の有効利用が格段に図れるという可能性を秘めている。図12にこの様子を示す。ここでは、移動局間でポイントーポイント通信を行っている例を示した。この様に、移動局(子局)同志でも、一方の移動局が基地局の役割をする

5

ことにより子局間でもポイントーポイント通信が可能である。ここで、移動局205aと自動車電話207a、移動局205bと自動車電話207bは、それぞれ同じ時刻で、同じ周波数を用いて通信を行っても、各局が指向性アンテナを用いビームを強く絞って通信を行えば、互いの電波が干渉を起こすことはなく良好な通信が可能である。

【0007】・アンテナの指向性を上げて通信する分、無指向性アンテナを用いたシステムに比べて、基地局・移動局の送信電力を小さくすることが可能となり、特に10 バッテリーの制約がある移動局に於いては、移動局の通話時間を延ばすことが出来る。また、送信電力を小さくすることによりセルのゾーン半径を小さくすることが可能となる。この為、たとえ各ゾーンで異なる周波数を用いた場合でもシステム全体としては、周波数の有効利用が図れる。

【0008】・マルチパスが生じた際には、遅延波を有効に利用して、逆にパスダイバーシティ効果を得ることができる。図13にこの様子を示す。この例では、移動局207と無線基地局201が共に指向性アンテナを用いて通信状態にある時に、反射物215が存在し、直接波以外にも反射波が受信されるような場合である。ここで移動局207が2本の指向性アンテナを用いて直接波と反射波を受信し、合成することによってダイバーシティ効果を得ることができる。

【0009】・他のゾーン、他のシステムからの干渉波が存在しても、指向性アンテナの向きを所望波の向きに設定しておけば、干渉波を除去することが出来るので、干渉波の影響を受けることなく、高いCIR特性が得られ、良好な通信品質が得られる。

【0010】・アンテナの指向性を上げて、ポイントーポイント間の通信が実現できれば、その分、他の端末によって盗聴されたり、意図的な干渉を加えられたりする可能性が少なくなる。

【0011】以上の様に、基地局や移動局の送受信アンテナに指向性アンテナを用いたSDMA通信には従来の無指向性アンテナを用いた場合に比べて多くの利点がある。

【0012】しかし、SDMA通信には、次の様な問題点もある。

【0013】・指向性アンテナを用いてのポイントーポイント間の通信では、通信する端末間での向きが合えば送信電力を低減出来るなどの効果があるが、一旦ポイントーポイント間が遮蔽物などによって遮られると、電波が全く到達しなくなり、通信が不可能となる。

【0014】・ポイントーポイント間通信では、通信を行っている局の間でビームが張れている状態であれば、無指向性アンテナを使用する場合よりも良好な通信が可能となるが、一方の局が移動して一旦ビームが外れると、通信が不可能となる。

6

【0015】・干渉波の性質によっては、所望波と干渉波が同一方向から到来する場合があります、このような場合には所望波と干渉波とを識別することが困難になる。例えば、図14で、無線基地局201と移動局205が通信中に、何等かの干渉波が反射物215で反射し、反射物215の向きから移動局205に入射した場合、所望波と干渉波の向きが一致する。この場合には、良好なCIR特性を得ることは困難である。

【0016】・ビームアンテナを用いて通信を行う場合に、同一の無線基地局と2つ以上の移動局とが同時に通信を行っている場合、これらの移動局が接近した場合、それぞれの移動局に対するビームが干渉し、受信が不可能になる。この様子を図15に示す。図15では移動局207と移動局205が無線基地局201から見て同じ方向になるために、移動局205に対する電波と移動局207に対する電波とが干渉し、受信が不可能になった場合である。このような場合は、移動局がゾーン内の一カ所に集中した場合には実際に起こり得る現象である。

【0017】・各ゾーンの無線基地局が回線を接続すべき移動局がどのゾーンに存在するかは、ハンドオフ時の制御情報等により各無線基地局では基地であるが、ゾーン内における移動局の正確な位置が分からない場合には、指向性アンテナを使用して通信を行うことは難しい。これは、ハンドオフ直後の初期設定時に問題となる。

【0018】・比較的移動速度早い自動車や、絶対数の多い携帯端末などに至る全ての移動局に対して指向性アンテナを用いてポイントーポイントのSDMA通信を行うことは、移動局の位置検出、ハンドオフ、指向性アンテナのビーム幅の制御等の制御が非常に複雑となり、現実的ではない。例えば図7のシステムの様に、自動車、バス、歩行者などが混在し、移動速度、移動局の能力・性能も異なってきた場合には、同じサービスであっても全ての移動局に対してSDMA方式で通信を行うことは困難である。

【0019】この様にSDMA通信は、全ての移動通信端末や、複数のメディアに対して適用するには柔軟性に欠け、その運用は困難となる。

【0020】ところで、移動通信では、伝送品質を改善するために空間的に離れた複数の送信アンテナからある特定の関係をもつ1組の無線信号を送信する複局同時送信方式がある。例えば、2つの離れた送信局を用いた周波数オフセット送信法では、ある適当な周波数オフセットを持たせれば、1シンボル間隔内の平均CN比の改善は、ほぼ通常の最大比合成を用いる受信ダイバーシティの改善と同じになる。これと同じような構成で、受信機に適応等化を用いる場合に、通常の等化器が遅延波が存在しない場合よりも先行波からある適当な量の遅延を持った遅延波が存在する方が伝送品質が良好であることを利用して、複数の離れた送信局からある遅延を持つように

同一の信号を送信して、移動局での受信品質を向上させることも考えられる。

【0021】ところが、通常の移動通信での基地局の間隔は、大きい場合は1~5 km、マイクロセルと呼ばれる小さい場合でも、100 m以上である場合が多い。一方、上記の適当な遅延量は、等化器の方式により、ディジタル伝送のシンボルレートで正規化した遅延量となることが多い。例えば、典型的な判定帰還型の等化器では、シンボルレートの逆数の2割から3割となる。

【0022】この場合、一定の固定量の遅延を持たせた場合、これにより移動局と複数の基地局との相互の位置に関係なく一律に受信品質の向上効果が得られるためには、シンボルレートが非常小さくなってしまふ。

【0023】例えば、図24のように、基地局の間隔が2 km、無線ゾーン半径が1 kmの場合、無線ゾーン内での遅延時間の違いの最大値は、 $7 \mu s$ である。遅延時間のばらつきを5%に抑えるためには、固定量の遅延は約 $130 \mu s$ 以上でなければならない。これがシンボルレートの逆数の2割となるためには、シンボルレートの最大値は約1.5 kbaudとなり、セルラ電話などで必要とされる伝送速度には対応できない。

【0024】さて、1つもしくは複数の基地局と、1つもしくは複数の端末局が無線により通信をおこなう無線通信システムにおいて、指向性アンテナを用いることで周波数利用効率は向上し、システムに収容できるユーザ数が増え、容量が増加することが知られている。

【0025】この指向性アンテナを用いて容量増加をはかる従来の技術を、自動車電話・携帯電話などに用いられているセルラシステムを例にとって説明する。

【0026】従来のセルラシステムでは基地局側で自局セルを3つのセクタと呼ばれるアンテナ指向性を用いたゾーンでさらに分割している。基地局では 360° の角度を3分割し、各々 120° で1セクタを構成している。

【0027】図41に従来のセクタによるゾーン分割を示す。基地局A、B、Cは各々異なる周波数を用いることで互いの干渉を防ぎ、ゾーンと呼ばれるそれぞれの通信可能な領域を定めている。さらに各々のゾーンではアンテナの指向性を用いて、ゾーンを複数のセクタに分割している。基地局Aではアンテナ指向性によりA-1、A-2、A-3の3つのセクタに空間をもちいて干渉が起らないように構成している。理想的に空間が分割でき、互いのセクタでの干渉が全く起らなければ、このシステムでの周波数利用効率は1ゾーンにおけるセクタ数倍に増加する。図41に示す従来例では3倍の容量となる。

【0028】ここでは基地局と通信を行っている端末局がどのゾーンのどのセクタにいるかが明確に把握できていれば良い。

【0029】このセクタという考え方は、空間によって

通信を行う端末局それぞれを分離する方法であり、この方法を突き詰めていくと、端末と基地局それぞれに高い指向性のアンテナを備え、ビームの方向を互いに向け合い通信を行うことで原理的には平面で考えた場合には $(360^\circ \div \text{ビーム幅})$ だけの分離が行えることとなり、飛躍的に容量が増加するであろうことは容易に想像できる。

【0030】しかし、ビーム幅を狭くした場合にはビーム間の切り換えが頻繁になり、初期接続をおこなう時間が無視できないものとなり、また、初期接続時の端末、基地局側の処理量の増加、現在通信している基地局セクタと次に通信を行う基地局セクタの情報受け渡しに伴う通信量増大等いろいろな問題が生ずる。

【0031】そこで、ビーム間切り換えを行う代わりに、アンテナの指向性を適応的に変化させることで、つまり、基地局側で通信を行っている端末局を追跡していくことが提案されている。

【0032】このアンテナ指向性により追跡を行うシステムでは、基地局では端末局から到来する電波の到来角、電界強度より適応的にアンテナの指向性を決定していく。

【0033】無線通信では、周波数の有効利用のために多重化方式が取られている。多重化方式には時間分割多重や周波数分割多重および符号分割多重など幾つかの方法がある。このほかアンテナの放射ビームを細くし、無線通信が行われる空間を分割して多重化する方法がある。このような多重化方式に用いるアンテナとして従来からフェイズドアレーアンテナが提案されている。このアンテナは、複数のアンテナ素子の給電部に取り付けられた可変移相器を各々電気的に制御して、複数のアンテナ素子の位相条件を変動させる事によってアンテナの放射ビームを鋭くし、しかも放射方向を可変にできるものである。

【0034】ここで用いられる移相器にはダイオードスイッチを用いて移相器の位相量を制御するものがある。また決め細かく位相をコントロールしようとすると比較的おおきな分布定数線路が必要となる。よってこのような移相器の場合、ダイオードおよび分布定数線路の損失が大きいことが問題となっている。この損失を減らす方法としては、移相器全体を損失のない超伝導材で構成することが容易に考えられる。

【0035】またYBCOなどの酸化物超伝導材などのように超伝導状態と常伝導状態のときに抵抗値が1000倍程度と比較的大きく変わるような物質を用い、この超伝導状態の有無を制御して上記のダイオードスイッチの変わりとして用いることも考えられる。

【0036】この制御の方法としては、超伝導物質の周囲温度または晒されている磁場の強さまたは物質中を流れる電流の強さなどによって行えば良いと考えられる。

ここで上記の移相器の条件の一つとして制御信号に対す

る応答が早いことが上げられる。

【0037】しかし、一般的に安定した超伝導状態に対してこれを瞬時的に変化させるような制御を行うためには、上に挙げた3つの条件を非常に大きく変えなければならず、これによって条件を変動させるための外部回路が比較的大きくなってしまふ。例えば磁界によって動作させようとした場合、磁界を発生させるためのコイルは小さなものにしようとするれば、比較的大きな電流を流さなければならず、この電流による発熱によって、超伝導状態が破られてしまい、所望の動作なればならず、また少ない電流で動作させようとするれば、大きなコイルが必要となる。

【0038】これは移相器の小形化に対して不利である。よって先に上げた超伝導物質は、小さな条件の変動によっても容易に変移するように、超伝導状態への変移点近傍にて用いられることが望ましい。しかし超伝導物質の変移点は、物質の置かれた周囲の環境によって変動する。例えば、超伝導物質は物質全体が完全に超伝導状態になることは無く、一部は常伝導状態となっており、ここでは損失が生じてしまうことが知られている。

【0039】この損失によって、電気エネルギーは熱エネルギーに変化し、これによって物質の温度があがり、変移点の変動することが考えられる。この変移点の移動は、上記の移相器の制御を不安定にすると考えられる。

【0040】また、上述したような従来の通信システムにおける無線機では、あらかじめ与えられた仕様に基づいて回路設計を行い作製するのが通例であった。しかしながらこのような従来の無線機では、与えられた仕様が変更された場合、無線機の性能をその仕様に合わせて変更することは非常に困難であった。例えば、米国の自動車電話の仕様にあわせて設計された無線機をそのまま日本の自動車電話に用いたとしても、仕様を満足するものとする事はできなかった。1台の端末でその両方の仕様を満足する無線機を実現するためには、従来は無線機を2台搭載し、その1台を米国自動車電話用として用い、もう1台を日本自動車電話用として用いるという必要がある。ここで、さらに日本のデジタルコードレス電話をサポートしたい場合には、さらにもう1台デジタルコードレス電話用に無線機を搭載する必要があった。

【0041】以上述べたように、従来の無線機においては、複数のシステムをサポート仕様とした場合、サポートするシステムの数だけ無線機を用意する必要があった。このことは、無線機の小形化や低消費電力化に対して重大な枷となっていた。

【0042】一方、デジタル回路においてはDSPや、ゲートアレイといった汎用的なデジタル信号処理をおこなうコンポーネントがあり、同一のチップでさまざまな機能を実現することが可能である。しかしながらこれらのコンポーネントはデジタル回路専用であり、

主要な機能の全てがアナログ回路で実現されている無線部には適用不可能であった。

【0043】以上述べたように、従来の無線機においてはすべてアナログ回路で構成されているため、汎用的に利用することができず、さまざまなシステムに対して各々その仕様を満足する個別の無線機を設計・製作するということが行われ、1台の無線機でそのすべてを満足するものとすることは不可能である。

【0044】また、PLL周波数シンセサイザは通常分周器・位相比較器等のデジタル回路とVCO・バッファアンプ・ループフィルタ等のアナログ回路が混合した構成を有している。

【0045】図54に従来のシンセサイザのブロック図を示す。図54を参照するに、従来、シンセサイザは発振周波数を切り替えるために比較分周器の分周数を切り替えることをおこなう。また位相比較器において位相比較をおこなう位相比較周波数を任意の値に設定するために基準分周器の分周数を切り替えることをおこなう。分周器の分周数を切り替えることは分周器に対して分周数設定の制御信号をデジタル的に送出することによりおこなう。この信号はたとえば無線機の制御部から制御信号としてシンセサイザに送出される。

【0046】以上述べたように基準分周器・比較分周器等の分周数は外部より与えられるデジタルの制御信号によって簡単に変更が可能である。したがって発振周波数を変更することは分周器の分周数を切り替えることにより簡単に実現できた。

【0047】しかしながら、前述したように発振する周波数は使用するVCOによって限定される。このVCOは制御電圧が0Vから電源電圧の値までの間で発振する周波数の範囲外の周波数を発振することは不可能である。このため比較分周器の分周数を変更することで発振周波数を可変させることができるが、この範囲はVCOの特性によって限定されてしまうという欠点を有していた。

【0048】例えば、VCOの発振周波数が制御電圧が0Vのときに800MHz、5Vのときに850MHzであると仮定する。この場合、比較分周器の分周数を切り替えることで800MHzから850MHzの間の位相比較周波数の整数倍の任意の周波数を発振させることが可能である。しかしながらこの場合900MHzを発振させることは不可能である。

【0049】これを解決する方法は2種類あった。すなわち、(A) VCOを2つあるいは3つ以上用意すること、(B) 1つのVCOを用いその周波数範囲を広げること、である。しかしながらこの2種類の方法には重大な欠点がある。

【0050】(A) のようにVCOを2つ用意することにより一方のVCOは800MHzから850MHzを受け持ちもう一方のVCOは900MHzから950M

Hzを受け持つことが可能となる。しかしながらこの方法を用いるとVCOが増えることによりシンセサイザ全体の容積が大幅に増大するという欠点がある。また次に700MHzという周波数が要求された場合にさらに別のVCOを用意しなければならない。従って、例えば500MHzから1500MHzまでをカバーするようなシンセサイザを構成するにあいには必要とするVCOが膨大な量となり無線機の小型化に適さない。

【0051】一方、(B)の場合のようにVCOの発振周波数範囲を広げることも考えられる。たとえばVCOを0Vで800MHz、5Vで1000MHzを発振するものとすれば900MHzを発振させることが可能である。しかしながら、この場合一つのVCOで広い周波数範囲を広げることは必然的にVCOのQを下げることに等価である。シンセサイザの発振信号はできるだけ雑音が少ないS/Nがよいものが要求される。

【0052】しかしながら、VCOのQが下がるとキャリア付近での雑音が極端に増加する。このため要求されているS/N等の仕様を満足できない可能性がある。また、例えば500MHzから1500MHzまでを一つの発振器で発振させることは従来の技術では実現不可能でもあった。このように従来のシンセサイザではVCOによって発振周波数が限定されてしまう。

【0053】また、従来のループフィルタは抵抗と容量等の受動部品から構成される。このようなループフィルタを用いた場合、次のような欠点がある。すなわちループフィルタはループの自然周波数と制動係数を決定する重要な構成要素であるが、従来のシンセサイザにおいては前述のようにループフィルタは受動部品で構成されるため設計者が設計時に一旦、その回路定数値を決定すると、その後の変更が不可能あるいは非常に困難である。ループの自然周波数と制動係数によってループの定常時の雑音特性や過渡応答が決定するため雑音特性や過渡応答を変更しようとしても設計後には不可能であった。

【0054】以上述べたように、従来のシンセサイザではループフィルタによってループの雑音特性や過渡応答が決定してしまい変更が不可能または非常に困難である。

【0055】また同様なことがバッファアンプにもいえる。従来のバッファアンプは要求される耐負荷変動特性や出力レベル・インピーダンスによって設計がなされインプルーメンテーションされていた。しかしながら、要求される前記耐負荷変動特性や出力レベル・出力インピーダンス等によって新たに變更し直す必要があった。従って、ループフィルタなどと同様に設計時に設計者が設計を行った後の変更が不可能であった。

【0056】以上述べたように従来のシンセサイザではバッファアンプによって耐負荷変動特性・出力レベル・出力インピーダンスが決定してしまい変更が不可能である。

【0057】以上をまとめると、従来のシンセサイザでは分周器の分周数を変更することでVCOの出力範囲の発振周波数を任意に得ることが可能であったが、VCO、ループフィルタ、バッファアンプ等のアナログ回路で構成されるブロックの特性は変更することが不可能である。

【0058】従来の受信機の構成を図55に具体的に示す。この図55に示すように従来の受信機においては受信された周波数を一旦、中間周波数(IF)に周波数変換しその後復調等の操作を信号に加えるスーパーヘテロダイン方式を用いるのが一般的である。

【0059】ここでIFをもつ受信機の場合、そのIFは次のように選択される。すなわち所望周波数とIFとの差に相当する局部発振周波数を局部発振器が発振することでIFが得られる。例えば、IFが100MHzの場合所望周波数が800MHzであるとするときIFの局部発振器は700MHzまたは900MHzを発振すればよい。しかしこの場合たとえば局部発振周波数が700MHzであると600MHzの周波数の信号も同じように200MHzに周波数変換されてしまう。この様子を図56に示す。このようにIFに変換された信号は元の信号である800MHzの受信信号に加え600MHzの不要な信号が同時に変換されて元の信号に畳重されてしまう。これをイメージと呼ぶ。

【0060】IFで畳重された信号はもとに戻すことは不可能である。そのため、従来はイメージを抑圧するためのフィルタを周波数変換部の直前に挿入することにより、イメージの信号をIFに変換しないようにしている。しかしこれでは十分ではなく万全を期すためにイメージの周波数にもともと通信等で使用されていない周波数がくるようにIF周波数を選択するのが好ましい。例えば、上記の例では600MHzが他の放送等の電波として利用されており、650MHzが何も利用されていない場合、IFとして100MHzは選択されず75MHzが選択される。

【0061】このように構成することにより局部発振周波数として725MHzを選べば800MHzとの差である75MHzがIF信号として得られさらにイメージ周波数であるところの650MHzは利用されていないため問題が生じない。

【0062】以上のように、従来の受信機においてはイメージ周波数に常に注意を払いながらIFを決定するようにしていた。実際には周波数変換部の非線形性を考え合わせ基本周波数のみならず2倍・3倍...の高調波成分を無視することができず問題はさらに複雑であった。

【0063】しかしながら実際には使用する周波数には幅がある。すなわち、例えば日本のアナログ自動車電話は20MHzの帯域幅を有している。このような場合、イメージとなりうる周波数で20MHzの使用していな

13

い場所を選ぶことは不可能である。したがって現実にはイメージは存在するものと、予め仮定して前記のようにイメージ抑圧用のフィルタを挿入する。

【0064】上記の点を考え合わせると次のことがいえる。すなわち従来の受信機においては、あらかじめイメージの存在を考慮した上で、周波数変換部の前にイメージ抑圧用のフィルタを用意する必要があった。このことは無線機を小形化する上で重大な欠点となる。

【0065】従来の移動無線通信システムでは、固定回線網に接続された基地局と、その基地局のゾーン内に位置して、その基地局と通信回線が設定可能な全ての移動無線端末局は、そのゾーン内の何処に位置しても基地局まで到達可能な電力を放射して通信を行うようにしていた。そのため、基地局から遠い移動無線端末局ほど、高出力で送信をしなければならず、消費電力が多くなり通話時間の短縮を余儀なくされていた。

【0066】さらに、その基地局との通信回線が設定可能な最大距離まで基地局が、オム二指向性のアンテナで電波を放射していたために、ゾーン内で使用可能な周波数が限定されていた。また、固定回線網に接続された基地局から、その基地局との通信回線が設定されている移動無線端末局への下りの通信（ダウンリンクと呼ぶ）の場合は、オム二指向性のアンテナで複数の移動無線端末局に放射した電波は、移動無線端末局へ到達した際には、一様に減衰しており、常に同じCIRやSNR状態で受信可能であるが、移動無線端末局から基地局への通信（いわゆるアップリンク）の場合は、基地局に近い移動無線端末局からの電波が優位に受信される現象が起こりかねない。

【0067】そしてまた、従来の移動通信システムでは、固定回線に接続された基地局のゾーン内に存在する移動無線端末局を、その基地局が位置登録という手法で管理していたが、従来の位置登録は、そのゾーン内に移動無線端末局が存在することしか情報として有しておらず、移動無線端末局の基地局から見た方角や距離を把握していない。そのために、基地局は、オム二指向性のアンテナを用いて電波を放射しており、通信回線が設定されている移動無線端末局が存在しない方向にも不要に電波を放射して、他の移動無線端末局への干渉による妨害の原因になっていた上に、不要な方向への不要な電波の放射により周波数の利用効率を下げる結果も併せて起こしていた。

【0068】

【発明が解決しようとする課題】 上述したように、主ビームの指向性を絞った場合、主ビームの指向性が狭いため、高速で移動する移動体、例えば、自動車、列車などでは、移動に伴って反射体や、遮蔽物等の環境変化によって最適な主ビームの方向が時々刻々と変化してゆくことになる。このために、主ビームの方向の切り替えが非常に頻繁に発生することが予想される。例えば、主ビー

14

ムのカバレージが狭く半径100mとした場合、移動体の時速40kmの場合、最長でも9秒ごとに主ビームの方向の切り替えの必要性が生じる。このような高速・高頻度な主ビームの指向性の切り替えは、自動車電話のみならずシステムの高速制御などの、高機能化が必要とされ、自動車電話の小形化、低価格化の点で問題がある。

【0069】特に、回線制御の点においては、従来には発生しなかったアンテナの主ビーム方向の切り替えが頻ぱんに起こるため、システムのコントロールが主ビームの切り替えに追従出来ないという点が問題とされるようになる。この問題はシステム全体の制御の混乱に発展する大きな問題である。移動体内で移動中に電話を掛けるという要求は非常に多くあると考えられるので、このような、問題を解決しなければ前述の空間分割多重方式を実用化することは出来ない。本発明は、空間分割多重方式の自動車電話を、高速移動体内で実現するときに発生する問題点を解決することを目的とする。

【0070】また、上述したように、複数のメディアに対してSDMA通信を適用する場合には、通信を行っているポイントポイント間が遮蔽物などによって遮られると、極端に受信電界強度が弱まり通信が不可能となるという問題があった。また、指向性アンテナを用いた通信中に、何等かの原因で今まで張っていたビームが外れると通信が不可能になる。また、電波伝搬状況によっては、所望波と干渉波が同一方向から到来する場合があります、この様な場合には所望波と干渉波とを識別することが困難になる。

【0071】さらに、指向性アンテナを用いて通信を行うためには、移動局がどのゾーンに位置登録されているかの情報だけでは不十分で、ゾーン内における移動局の正確な位置を知る必要がある。この為、予めゾーン内の移動局の位置を正確に記録し、追尾しておく必要があり、ゾーン半径が小さくなりハンドオフが頻繁に行われる様になるとハンドオフ直後の初期設定に特に問題が生じる。さらに、移動局がゾーン内の一カ所に集中した場合には、複数の移動局が無線基地局から見て同じ方向となり、それぞれの移動局に対する電波が干渉し合い、受信が不可能になる。

【0072】この様に、比較的、移動速度早い自動車や、絶対数の多い携帯端末などに至る全ての移動局、全てのメディアに対してビームアンテナを用いたポイントポイントのSDMA通信を適用すると、移動局の位置検出、ハンドオフ、指向性アンテナのビーム幅の制御等の制御が非常に複雑となり、現実的ではないものになってしまう。

【0073】上述したように、複数の離れた送信局からある一定の固定量の遅延を持つように同一の信号を送信し、伝送品質の向上を得ようとする、シンボルレートの高い変調を用いることができず、高速伝送に使用できない。

15

【0074】本発明は、シンボルレートの高い変調を用いて、高速伝送に使用できる移動無線通信装置を提供することを目的とする。

【0075】しかしながら、端末が高速で移動するばあい、基地局-端末局間は時変のマルチパス伝送路と呼ばれる劣悪な環境となり、受信波の到来角や強度のみからビームの方向を推定する事は困難であり、ビームの幅を狭めることもできずに容量を増加させることは不可能であった。

【0076】以上の点を鑑み、本発明ではビームによる追跡を受信波の到来角や受信電界強度などの伝送路歪により劣化するものに基づいて推定するのではなく、確実にビームの方向を定めることが可能であり、また、従来では基地局のアンテナ指向性のみを用いることしか出来ないシステムしか構築できず、移動局において指向性を用いて通信を行うことは不可能である。

【0077】上記のようにフェイズドアラレーアンテナの移相器に用いる電氣的スイッチとして超伝導物質を用いる場合、その変移点の変動が原因で安定した動作が行えなくなるといった問題点があった。またスイッチ動作を行わせるためには、比較的大きな外部回路を必要とするため移相器の小形化に不利となることが多かった。

【0078】以上述べたようにアナログ回路で構成される従来の無線機では、システムの仕様にあわせて無線部を個別に設計・製作するために、1台の無線機で複数のシステムをサポートすることは不可能である。

【0079】また、従来のシンセサイザではVCOによって発振周波数が限定されるという重大な欠点があった。またループフィルタの特性やバッファアンプの特性が変更が非常に困難である。

【0080】さらに、従来のIFが固定された受信機においてはイメージの影響を低減するためにイメージ抑圧用のフィルタが必要となり、小形化の重大な障害となっていた。

【0081】本発明はこのような従来の課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは任意の仕様を有するシステムに対して汎用的に利用することが可能である無線機、任意の周波数帯域で任意の特性を持つシンセサイザを持つ無線機、及びイメージの存在しないIFを常に利用することによりイメージ抑圧用のフィルタを不要とすることが可能な無線機を提供するところにある。

【0082】また、上述したように従来の移動無線通信システムでは、移動無線端末局が基地局へ電波を放射する場合、基地局から遠い位置に存在する移動無線端末局の消費電力が大きくなるという問題と、移動無線端末局からの距離が遠いほど、基地局へ到達した際の電波の減衰が大きくて基地局で受け取った電波のSNRやCIRが悪くて、情報の品質が劣化してしまう問題があった。また、基地局はオムニ指向性アンテナで電波を放射する

16

ために、通信回線が設定されている移動無線端末局の方向以外の方向へも不要に電波を放射して干渉を生じさせて他の移動無線端末局への通信品質を低下させていた問題と、不要に周波数を利用する(周波数利用効率低下)問題を生じさせていた。

【0083】本発明はこのような従来の課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、固定回線網に接続された基地局のゾーン内の如何なる場所に存在する移動無線端末局の送信電力を最低限に抑え、従来のような基地局からの距離により変化した通話時間の問題点を解決し、無線中継局までの到達可能な送信電力の放射を実現することで、移動無線端末局での低消費電力化を図り通話時間の延長を実現し、移動無線端末局や基地局は、オムニ指向性アンテナを利用しても直接通信に必要な電力の放射をせずに済むので、ゾーン内での他の場所と同じ周波数が再度利用可能となり、周波数利用効率が向上する通信方式を提供することにある。

【0084】また、従来の移動体通信システムにおいては、基地局及び移動局は相互に位置を確認する手段を持たないため、基地局と移動局とは相互に無指向性のビームを使って送受信を行う必要があった。しかし、基地局と移動局間の通信可能な距離を大きくする場合、すなわち基地局を配置する間隔を広くする場合、その間隔に応じて送信電力を大きくする必要があり、特に移動局の消費電力が大きくなり、移動局における通話時間が短くなる。

【0085】これに対して、基地局および子局がお互いの位置する方向を知っている場合においては、基地局並びに移動局はお互いの方向を向いた鋭い指向性のビームによる送受信が可能となり、消費電力を大きくすることなく、すなわち通話時間を短くすることなく、基地局と移動局間の通話可能な距離を大きくする、すなわち基地局の配置間隔を大きくすることができるという利点がある。

【0086】しかし、基地局と移動局が鋭い指向性のビームによって送受信している場合において、基地局と移動局間に障害物などが入ると送受信が途絶えるという問題点がある。

【0087】このように、基地局と移動局が鋭いビームによる送受信を行う移動体通信システムにおいては、基地局と移動局間に障害物などが入ると送受信が途絶えるという問題点がある。本発明は上記のような問題点に対し、基地局と移動局間の送受信を常に最適な状態に維持することができる移動体通信システムの提供を目的とする。

【0088】また、前述したように、従来の移動無線通信システムにおいては、固定局と移動局には通常無指向性アンテナを用いている。このため多数のユーザがサービスを受られるように、比較的大きな地域をいくつかの小さな単位(セル)に分割し各セルごとに一つまたは複

数の搬送周波数を割り当てるセルラ方式を採用している。今後のユーザの増加を見込み通信容量の増加と通信品質の向上が望まれる。

【0089】しかしながら無指向性アンテナを用いた移動通信システムでは通信路ごとの干渉を防ぐために周波数を変えなければならず、通信容量を増加するにはその分搬送周波数が必要となる。そこでアンテナの指向性を鋭くし、他の通信路との空間的な干渉を抑える方法が考えられる。しかし従来この方法は、位置が固定されていない移動局との通信には用いることができなかった。

【0090】本発明では固定局側で移動局の位置を把握し、指向性の鋭いアンテナを用いて細いビームのパターンの通信路を用いることで搬送周波数を増やさずに通信容量の増加を目的とする。

【0091】また、さらに従来無線通信システムにおいては、テレビ、ラジオ、移動電話など異なるサービスにはそれぞれ異なる周波数帯域を使用していた。そのため、あるサービスにおいて空きチャネルを生じさせることは全体の周波数利用効率を低下させ、その他のサービスの発展を妨げていた。また新規の無線サービスを開始する場合には、新たな周波数帯域を必要とするため周波数の割当を受ける必要があり、速やかなサービス導入を行うことができなかった。さらに、複数のチャネルで同一周波数を共有するDS-CDMAにおいては、使用帯域内において周波数により電力密度に差が生じるため、特に使用帯域の両端において周波数帯域利用の無駄が生じていた。

【0092】この様に従来の無線通信システムは、サービスにより使用周波数帯域が異なっていたために全体としての周波数利用効率が悪く、また、DS-CDMAの様な同一周波数帯域を使用して多元接続を行う通信システムにおいては、使用周波数帯域内で周波数当たりの電力密度が異なり、これも周波数利用効率の低下を招いていた。本発明はこの様な従来の課題を解決するためになされたもので、その目的は優れた周波数利用効率を持つ通信システムを提供することにある。

【0093】一方、現在の移動通信システムにおいては移動局の方向変化に伴う受信レベル変動を小さくするために、水平面内オムニ指向性のアンテナを用いている。ところがオムニ指向性のアンテナでは本来通信すべきでない方向に電波を放射するため、他局に不要な干渉を与える。従って、空間的に周波数利用効率の高いシステム実現のためには指向性アンテナの用い方が重要な技術課題である。

【0094】本発明は指向性アンテナを用いて通信するシステムにおいて必要となってくる技術課題に鑑みこれを解決するアンテナの制御方式を提案することを目的とする。

【0095】

【課題を解決するための手段】本願第1の発明は、間欠

的に周囲を走査する走査手段と、この走査手段の位置する地点での電界強度を測定する測定手段と、この測定手段で最も強い電界強度が受信された方向に通信ビームの向きを切替える切替え手段とを有することを要旨とする。

【0096】本願第2の発明は、通信に係る経時的履歴を記憶する記憶手段と、この記憶手段に記憶される履歴に基づいて通信ビームの向きを予測し変更する変更手段とを有することを要旨とする。

10 【0097】望ましくは、間欠的に全方向にアンテナの主ビームを走査し、受信点での電界強度を測定し、最も強い電界強度が受信された方向に、それ以後の前記主ビームの方向を固定する事の特徴とする無線伝送ルート切り替え方式である。

【0098】望ましくは、以前の主ビーム方向切り替え周期時間から、次のビーム走査開始時刻を予測することを特長とする無線伝送ルート切り替え方式である。

20 【0099】望ましくは、過去の主ビームの切り替えの履歴を複数のパターンに分類し、作成したデータを用いて、その後の主ビームの切り替え方向を推定することを特長とする無線伝送ルート切り替え方式である。

【0100】望ましくは、主ビームの切り替えにおいて直前の主ビームの通過時間を複数に分類し、これによって直後の切り替え主ビーム方向を予測する無線伝送ルート切り替え方式である。

30 【0101】本願第3の発明は、基地局と位置を移動し得る複数の移動局との間の通信を行う無線通信システムであって、前記移動局は、自局に係る制御情報を基地局に対して通知する通知手段を備え、前記基地局は、指向性アンテナと無指向性アンテナとを具備すると共に、前記移動局から送信される制御情報の内容若しくは移動局から伝送された当該制御情報の受信状況に基づき当該移動局との通信状態を判断する判断手段と、この判断手段の判断によって得られる判断情報により指向性アンテナか無指向性アンテナのうちのいずれか一方を選択する選択手段とを備えることを要旨とする。

40 【0102】望ましくは、少なくとも1つの無線基地と複数の移動局より構成され、前記無線局と前記移動局との間、もしくは複数の移動局間で通信を行う移動通信システムに於いて、前記無線基地局及び移動局は、少なくとも1つの指向性アンテナと無指向性アンテナとを備え、前記移動局は、移動局の種類、伝送する情報の種類、移動局の速度、移動局の位置についての情報を無線基地局に対して通知する手段とを備え、前記無線基地局は、前記複数の移動局から送信される制御情報の内容もしくは移動局から伝送された電波の受信状況に基づき、各移動局の種類、各移動局に対して伝送する情報の種類、各移動局の速度、各移動局の位置、ゾーン内の移動局の数、移動局の受信状態とを判断する手段と、これらの情報により指向性アンテナか無指向性アンテナのうちの

19

いずれか一方を選択する手段と、伝送方式を選択する手段と、選択した前記アンテナの種類と伝送方式を移動局に通知する手段とを備え、前記選択されたアンテナ及び伝送方式を用いて、前記複数の移動局のそれぞれに対して情報の伝送を行うことを特徴とする無線通信システムである。

【0103】本願第4の発明は、基地局と位置を移動し得る移動局との間の複局同時送信方式によって通信を行う無線通信システムであって、前記複数の基地局から特定される移動局に対して所定の遅延時間を持って同一の無線信号或いは特定の関係をもつ1組の無線信号を送信させる制御手段と、前記複数の基地局に対する移動局の位置を検出する位置検出手段と、この位置検出手段の出力に応じて前記制御手段による遅延時間を伝送特性を良好とする方向に変化させる変更手段とを有することを要旨とする。

【0104】望ましくは、無線信号を受信する移動局と、該移動局に無線信号を送信する複数の無線基地局と、上記の複数の無線基地局からある遅延時間を持って同一の無線信号あるいは特定の関係をもつ1組の無線信号を送信させる制御装置とを備える移動無線通信装置において、該移動局の位置を検出する移動局位置検出装置を設け、その出力に応じて、上記の遅延時間を変化させることを特徴とする移動無線通信装置である。

【0105】本願第5の発明は、基地局と位置を移動し得る移動局との間の通信を行う無線通信システムであって、前記基地局と前記移動局の少なくとも一方の通信ビームは指向性を有し、前記移動局の位置、進行方向、進行速度の少なくとも1つを検出する位置検出手段と、この位置検出手段の位置情報に基づき当該移動局の位置を予測する予測手段と、この予測手段で予測された予測位置を基に前記通信ビームの指向性の向きを変更する変更手段とを有することを要旨とする。

【0106】本願第6の発明は、基地局と位置を移動し得る移動局の少なくとも一方の通信ビームは指向性を有して当該基地局と移動局との間の通信を行う無線通信システムであって、前記移動局の位置、進行方向、進行速度の少なくとも1つを検出する位置検出手段と、この位置検出手段の位置情報に基づき当該移動局の位置を予測する予測手段と、この予測手段で予測された予測位置及び前記基地局と前記移動局との間に存在する通信ビームの障害体、反射体、中継局の位置を基に前記通信ビームの経路を決定する決定手段と、この決定手段で決定された経路に向けて当該通信ビームの指向性の向きを変更する変更手段とを有することを要旨とする。

【0107】望ましくは、1つもしくは複数の固定基地局もしくは移動基地局と、複数の固定端末局もしくは複数の移動端末局が無線により通信を行う無線通信システムにおいて、前記基地局と前記端末局のいずれかもしくは双方に無線電波ビームに指向性を持たせる手段と、前

20

記端末局に端末局自信の位置、進行方向、進行速度のいずれかもしくは複数の検出する手段と、前記端末局が前記基地局に検出した位置、進行方向、進行速度の情報を通知する手段と、前記基地局に前記通知された情報を基づき、基地局、端末局のいずれかもしくは両方の前記ビームの指向性の方向を決定する手段と、前記基地局により決定された基地局のビーム指向性の方向にビームを放射する手段と、前記基地局により決定された基地局のビーム指向性の方向を端末局に通知する手段と、記端末局が前記通知された端末局のビーム指向性の方向へビームを放射する手段を有する無線通信システムである。

【0108】望ましくは、前記端末局により通知された位置、進行方向、進行速度の1つもしくは複数の情報を用いて、前記端末局が複数の基地局のいずれと通信を行うかを決定する手段と、前記端末局が通信していた基地局から前記決定された基地局へ切り替える手段を有する無線通信システムである。

【0109】望ましくは、1つもしくは複数の固定基地局もしくは移動基地局と、複数の固定端末局もしくは複数の移動端末局が無線により通信を行う無線通信システムにおいて、前記基地局と前記端末局のいずれかもしくは双方に無線電波ビームに指向性を持たせる手段と、前記基地局、端末局のいずれかもしくは両方に基地局と端末局間の距離、端末局の移動速度のいずれかもしくは両方を検出する手段とを有し、前記基地局、端末局のいずれかもしくは双方で、検出された情報に基づき前記ビームの強さ、指向性幅の制御を行うことを特徴とする無線通信システムである。

【0110】望ましくは、1つもしくは複数の固定基地局もしくは移動基地局と、複数の固定端末局もしくは複数の移動端末局が無線により通信を行う無線通信システムであって、前記基地局と前記端末局のいずれかもしくは双方に無線電波ビームに指向性を持たせる機能を有する無線通信システムにおいて、前記基地局と前記端末局の通信に際してのパスを直接の経路または、反射させる経路により行うことを特徴とする無線通信システムである。

【0111】望ましくは、1つもしくは複数の基地局と、複数の端末局が無線により通信を行う無線通信システムにおいて、前記基地局が空中を浮游し、基地局が目的とする位置に移動、停滞する手段と、トラフィックの増減、端末局との相対的位置関係、端末局・基地局間・端末基地局間の干渉量のいずれかもしくは複数の項により基地局位置をいずれに定めるかを決定する手段とを備え、前記基地局が前記決定した位置に移動することを特徴とする無線通信システムである。

【0112】本願第7の発明は、第1のコイルと、前記第1のコイルの中心軸と略平行な中心軸を有しかつ離間して配設される第2のコイルと、前記第1のコイルの中心軸と略平行な中心軸を有しかつ前記第1のコイルと第

21

2のコイルとの間に配設される第3のコイルと、前記第1のコイルの中心軸と直交しかつ前記第2のコイルと第3のコイルとの間に配設される超伝導物質で構成される第1の有限地板と、前記第1の有限地板と平行に配設されかつ第1の有限地板と第2のコイルとの間に配設される超伝導物質で構成される第2の有限地板と、前記第1の有限地板と前記第2の有限地板の間に該有限地板と平行にかつ前記第3のコイルの中心軸を横切るように配設される超伝導物質で構成されるリボン状素子と、前記第1のコイルへ電力を供給する第1の電源と、前記第3

10 コイルへ電力を供給する第2の電源と、前記第2のコイルを流れる電流を検出し、該検出電流値に応じて前記第1の電源と前記第2の電源を制御する制御手段とを有することを要旨とする。

【0113】望ましくは、第1のコイルと、前記第1のコイルの中心軸と平行な中心軸を有し、前記第1のコイルと離れて配置された第2のコイルと前記第1のコイルの中心軸と平行な中心軸を有し、さらに前記第1および第2のコイルとの間に配置された第3のコイルと前記第1

20 コイルの中心軸と直交し、さらに前記第3および第2のコイルとの間に配置された酸化物超伝導物質でできた第1の有限地板と、酸化物超伝導物質でできており、前記第1の有限地板に平行に配置され、しかも第1の有限平行面と第2のコイルとの間に配置された第2の有限地板と、前記第1の有限地板と前記第2の有限地板の間に平行で、さらに前記第3のコイルの中心軸を横切るように配置された酸化物超伝導物質でできているリボン状素子と、前記第1のコイルへ電力を供給する第1の電源と、前記第3のコイルへ電力を供給する第2の電源と、

30 前記第1の電源と前記第2の電源を制御する記憶装置を有する制御回路と、前記第2のコイルに接合され、前記制御回路に信号を出力する電流計とによって構成されたスイッチである。

【0114】本願第8の発明は、基地局と基地局、基地局と端末局或いは端末局同志の間の通信を行う無線通信システムの無線装置であって、外部からの制御信号によって特性を設定し得る無線信号処理部と、複数の能動回路を有してその特性を予め設定し得る能動回路部と、複数の受動回路を有してその特性を予め設定し得る受動回路部とを有することを要旨とする。

【0115】本願第9の発明は、基地局と端末局が無線により通信を行う無線通信システムであって、複数の通信方式が混在するときに、前記基地局と端末局との通信に際し最適な通信方式を選択する選択手段を少なくとも前記基地局と端末局のいずれかが具備し、前記端末局は前記選択された通信方式に対応して無線機の特性を設定するための設定手段を有することを要旨とする。

【0116】望ましくは、外部から与える制御信号によって無線部の特性を設定するプログラマブル無線機において、外部からの制御信号によって特性の設定ができる

22

無線信号処理部と、複数の能動回路部を有してその特性を作製時に設定できる無線能動回路アレイと、複数の受動回路部を有してその特性を作製時に設定できる無線受動回路アレイとからなることを特徴とするプログラマブル無線機である。

【0117】望ましくは、外部から与える制御信号によって無線部の特性を設定するプログラマブル無線機において、電圧制御発振器と、前記電圧制御発振器の出力信号を分周する比較分周器と、基準信号を分周する基準分周器と、前記比較分周器の出力と前記基準分周器の出力の位相差を検出する位相比較器と、前記位相比較器出力を前記電圧制御発振器に与える制御信号に変換するループフィルタと、前記電圧制御発振器の出力を緩衝増幅するバッファアンプとからなる周波数シンセサイザを内部に持つプログラマブル無線機において、前記ループフィルタと特性と前記電圧制御発振器の特性と前記バッファアンプの特性を外部より与える制御信号によって設定することを特徴とするプログラマブル無線機である。

【0118】望ましくは、外部から与える制御信号によって無線部の特性を設定するプログラマブル無線機において、外部からの制御信号によって受信部の中間周波数を可変可能であることを特徴とするプログラマブル受信機である。

【0119】望ましくは、1つもしくは複数の基地局と1つもしくは複数の端末局が無線により通信を行う無線通信システムであって、複数の規則により規定された無線通信システムが混在する地域においてなされる無線通信において、任意の基地局は、前記複数の無線通信システムの中で、おのおのの地域でいずれの無線通信システムによる通信が可能であることを報知する報知手段とを有し、端末局は前記報知された通信可能な無線通信システムの情報を持って通信を行う無線通信システムを決定し、無線機の特性を設定するための制御信号を制御を生成することを特徴とするプログラマブル無線機である。

【0120】本願第10の発明は、基地局と位置を移動し得る複数の移動局との間の通信を行う無線通信システムであって、第1の移動局と前記基地局との間に通信回線が設定されるとき、少なくとも1基以上の第2の移動局を当該第1の移動局と前記基地局との間の通信の中継用として使用することを要旨とする。

【0121】望ましくは、移動無線端末局が、固定通信回線網に接続されている基地局と双方向の通信を行う通信システムにおいて、通信回線が設定されている第1の移動無線端末局と前記基地局との間で、少なくとも1基以上の前記第1の移動無線端末局を含まない他の移動無線端末を、前記第1の移動無線端末局と前記基地局との間の通信の無線中継端末として使用する通信方式である。

【0122】望ましくは、固定回線網に接続されている基地局が管理可能なゾーン内に存在する直接的に前記基

23

地局と通信可能な電力を放射できる移動無線端末局は、前記基地局と前記移動無線端末局との通信距離よりも短い通信距離内に存在する少なくとも1基以上の前記移動無線端末局を含まない他の移動無線端末局を、無線通信中継局として使用し、前記無線通信中継局まで到達可能な最小限の電力の放射で通信を行う通信方式である。

【0123】望ましくは、固定回線網に接続されている基地局は、前記基地局のゾーン内に存在する通信可能な移動無線端末の所在位置を把握しており、前記基地局のゾーン内の移動無線端末局に最短通信経路の指定や中継局の指定を行うことを特徴とする通信方式である。

【0124】望ましくは、固定回線網に接続されている基地局は、前記基地局のゾーン内の通信可能な移動無線端末局の所在位置を常時把握することを特徴とする通信方式である。

【0125】望ましくは、固定回線網に接続された基地局と通信回線が設定されている第1の移動無線端末局は、最も近くに存在する無線通信中継可能な第2の移動無線端末局まで到達可能な電力を放射して通信を行うことを特徴とする通信方式である。

【0126】望ましくは、固定回線網に接続された基地局から無線中継局に指定された第1の移動無線端末局は、最も近くに存在する無線中継可能な第2の移動無線端末局まで到達可能な電力を放射して通信を行うことを特徴とする通信方式である。

【0127】望ましくは、固定回線網に接続された基地局から無線中継局に指定された第1の移動無線端末局の最も近くに無線中継可能な第2の移動無線端末局が存在しない場合に、前記第1の移動無線端末局が前記基地局まで到達可能な電力を放射して通信を行うことを特徴とする通信方式である。

【0128】望ましくは、移動無線端末局は、無線中継局または、固定回線網に接続された基地局との通信に際し、指向性アンテナを用いて通信を行うことを特徴とする通信方式である。

【0129】望ましくは、線上に位置し、通信方向が予め決定された移動無線端末局において、前記移動無線端末局は、中継状態にある時には電波が到来する方向にあらかじめアンテナビームを設定して待ち受け、電波を受信したら送信すべき方向にアンテナビームを切り換え、受け取った情報を送信することを特徴とする無線方式である。

【0130】望ましくは、固定回線網に接続された基地局から前記基地局のゾーンに存在し、前記基地局と通信回線が設定可能な移動無線端末局から前記基地局への通信方式にCDMA通信方式を用いたことを特徴とする通信方式である。

【0131】望ましくは、固定回線網に接続されている基地局と通信回線が設定されている第1の移動無線端末局の無線中継局として動作している前記第1の移動無線

24

端末局以外の1基以上の移動無線端末局が中継不可能状態になることを前記基地局が監視の上、予め把握しており、即座に別の移動無線端末局を中継局に指定して通信回線の断線を防止することを特徴とする通信方式である。

【0132】本願第11の発明は、基地局と位置を移動し得る移動局が相互に鋭い指向性を有する通信ビームを介して通信を行う無線通信システムであって、前記基地局と前記移動局は所定時間毎に、無指向性若しくは前記指向性ビームより幅の広い指向性ビームによる送受信を行うことを要旨とする。

【0133】望ましくは、送受信可能な基地局と送受信可能な移動局が、お互いに鋭い指向性のビームによる送受信を行う移動体通信システムにおいて、前記基地局と前記移動局は一定時間に一回、前記指向性より幅の広い指向性のビームによる送受信を行うことを特徴とする移動体通信システムである。

【0134】本願第12の発明は、基地局と位置を移動し得る移動局との間の通信を制御信号とデータ信号で行う無線通信システムであって、基地局は制御信号を送信する無指向性アンテナとデータ信号を送受信するビーム径及びビーム方向を可変とし得る指向性アンテナとを具備し、移動局は制御信号及びデータ信号を送受信する無指向性のアンテナを具備することを要旨とする。

【0135】望ましくは、固定局と移動局で構成されるシステムにおいて、固定局は制御信号を送る無指向性のアンテナと前記制御信号以外の信号を送受信するビーム径及び放射方向が可変な単一指向性のアンテナを具備し、移動局は制御信号及び前記制御信号以外の信号を送受信する無指向性のアンテナを具備することを特徴とする無線通信システムである。

【0136】望ましくは、1つの移動局に対し、通信路を開く固定局のほかに、少なくとも2つの固定局により、移動局の状態または通信状態のどちらか一方もしくはその両方の監視を行うことを特徴とする無線通信システムである。

【0137】望ましくは、固定局による監視の結果から、監視対象の移動局との通信路を開く固定局および監視を行う固定局を決定する手段を具備することを特徴とする無線通信システムである。

【0138】望ましくは、固定局による監視の結果から、監視対象の移動局の位置、移動する方向および速度を算出する手段を具備することを特徴とする無線通信システムである。

【0139】本願第13の発明は、伝送速度の異なる複数チャネルを定められた帯域内でCDMA方式によって多重する無線通信システムであって、前記帯域内の電力密度を測定する測定手段と、この測定手段で測定される電力密度が前記帯域内において干渉電力合計値を最小とする分布となるよう前記複数チャネルの中心周波数を制

25

御する制御手段とを有することを要旨とする。

【0140】望ましくは、伝送速度の異なる複数チャネルを定められた帯域内でCDMA方式によって多重する無線通信システムにおいて、前記帯域内の電力密度を測定する手段を備え、前記電力密度が前記帯域内においてあらかじめ定められた分布となるよう前記複数チャネルの中心周波数を制御することを特徴とする無線通信システムである。

【0141】望ましくは、伝送速度の異なる複数チャネルを定められた帯域内でCDMA方式によって多重する無線通信システムにおいて、各チャネルの干渉電力を測定あるいは推定する手段を備え、前記各チャネルの干渉電力からあらかじめ定められた方法により、干渉電力合計値を最小とするように各チャネルの中心周波数を制御する事を特徴とする無線通信システムである。

【0142】望ましくは、一つまたは複数の基地局と一つまたは複数の移動端末局間で通信を行う無線システムにおいて、前記移動端末局では前記電力密度の測定あるいは前記干渉電力の測定・推定を行う手段、前記測定値あるいは推定値を基地局に送信する手段を具備し、前記基地局では前記電力密度の測定あるいは前記干渉電力の測定・推定を行う手段を具備し、前記基地局は前記移動局から送信された測定値・推定値および前記基地局での測定値・推定値に基づき各チャネルの中心周波数を制御することを特徴とする無線通信システムである。

【0143】望ましくは、一つまたは複数の基地局と一つまたは複数の移動局がCDMA方式によって通信を行う無線通信システムにおいて、基地局はアンテナの指向性を変化できる指向性アンテナと、他チャネルに対して大きな干渉を与える電波を発生する移動局の方向を検出する手段を具備し、前記アンテナ指向性を制御することにより前記方向からの干渉をあらかじめ定められた量にすることを特徴とする無線通信システムである。

【0144】本願第14の発明は、基地局と位置を移動し得る複数の移動局との間の通信が指向性アンテナを用いて行われる無線通信システムであって、前記指向性アンテナの指向性を走査させる走査手段と、前記基地局と移動局との間の距離を検出する距離検出手段と、この距離検出手段で検出される距離が大のとき走査速度を小とし、距離が小のとき走査速度を大となるように前記走査手段を制御する制御手段とを有することを要旨とする。

【0145】望ましくは、指向性アンテナで通信を行なう基地局と、移動局から構成され、前記基地局並びに移動局は指向性アンテナのアレーを回転させながら通信を行う移動通信システムにおいて、前記基地局と前記移動局との距離とアレーの回転角速度との積が一定あることを特徴とする移動通信システムである。

【0146】望ましくは、基地局は、移動局の移動速度を検出し、検出した速度に応じてアレーの巾を制御することを特徴する移動通信システムである。

26

【0147】望ましくは、移動局並びに基地局は、報知情報発生方向が移動局から診て常に一定方向とならないように前記報知情報発信のタイミングを制御することを特徴とする移動通信システムである。

【0148】

【作用】本願第1、第2の発明における無線通信システムにおいては、間欠的に全方向にアンテナの主ビームを走査し、受信点での電界強度を測定し、最も強い電界強度が受信された方向に、それ以後の前記主ビームの方向を固定することにより移動体の受信環境に対応して主ビームの方向修正できる。

【0149】また、主ビームの指向性の切り替えに際して、予め過去の履歴に基づいて移動体の次の主ビームの指向性切り替え時刻、次の切り替え方向を予測できるため主ビームの指向性切り替えに伴って必要となる手続を主ビームの指向性を切り替え要求の発生に先だって開始できるため、空間分割多重方式の自動車電話にあっても高速・高頻度の主ビームの指向性を切り替えに対応できる。

【0150】本願第3の発明における無線通信システムにおいては、伝送する情報の種類、移動端末の種類、通信時の伝搬路状態等に対応し、適応的にアンテナの種類、通信方式を切り替えて通信を行うことにより、ゾーン内の移動局の状態、電波環境の変化などに対応可能で効率の良い無線通信を行えるという作用がある。

【0151】本願第4の発明における無線通信システムにおいては、移動局の位置を検出し、これに基づき、移動局の位置での各基地局からの送信信号の遅延時間が適当な遅延量となるように、送信する基地局と各基地局からの送信信号の送出タイミングを決定して送出することにより、移動局での受信品質を向上することができる。

【0152】本願第5、第6の発明における無線通信システムにおいては、端末局が自局の位置情報を緯度・経度の情報として検出するか、または予め定められた位置アドレスとして検出する。さらに自局が移動している場合には移動の方向・移動速度等を検出して基地局に送信し、その送信された情報に基づいて移動局・基地局でのアンテナの指向性の向き（ビームの方向）、ビームの強度、ビームの幅等の種々の条件を決定する。また、そのビームの方向により、端末局・基地局間に障害物があり、見通し通信が行えないと認識した場合、もしくは、ビームの方向が他の通信しようとする局との延長線上に他の基地局があり、他の基地局の通信に支障をきたす恐れがあると認識した場合には予め定められた反射経路により反射物を使つての間接の通信を行う。

【0153】本発明では、端末局の位置をもちいてビームの方向等を決定するため、伝送路の状況によりビームの方向が不確定になる要素が除外でき、また、端末局においてもアンテナ指向性を用いることが出来、通信容量を大幅に増大することが可能となる。

27

【0154】本願第7の発明におけるスイッチにおいては、酸化物超伝導材製のストリップ線路の変移点の変動を監視し、追従することが出来、さらに二つのコイルを合せ持ち、片方を変移点近傍に固定する役目を行わせ、一方に変移を起こさせるように役割分担をさせているので、変移を行う外部手段を小さなものを実現化できる。以下の実施例を用いてこの事を詳細に説明する。

【0155】本願第8、第9の発明における無線通信システムにおいては、

(1) 無線部を高周波信号処理部と高周波アレイ部と受動アレイ部によって構成することにより、汎用的に利用可能な無線機を実現できる。これにより、さまざまなシステムに対する仕様を満足する無線機を1台の無線機で実現することができる。

【0156】(2) 周波数シンセサイザのアナログ部の特性を外部からの制御信号によって任意に設定できる。したがって任意の周波数帯を発振可能なシンセサイザを構成できる。また、ループの特性を外部からの制御信号に応じて必要に応じて任意に設定できるように常に最適な特性の発振信号が得られる。さらにバッファアンプの特性を外部からの制御信号によって任意に設定可能であるために、出力インピーダンスや耐負荷変動性を最適値に設定できる。

【0157】(3) 受信部のIFを、外部からの制御信号によって任意の周波数を設定することが可能となる。したがってイメージ等の影響を考慮することなく、IFを設定でき、イメージ抑圧用のフィルタが不要になる。

【0158】本願第10の発明における無線通信システムにおいては、固定通信網に接続された基地局と移動無線端末局との間に少なくとも1基以上の無線中継端末となる移動無線端末局が存在することになり、基地局と通信中の移動無線端末局は、基地局まで到達可能な電力を放射せずに、基地局よりも近い位置に存在する無線中継端末へ到達可能な最小電力での通信が可能となり、移動無線端末局での低消費電力化を図ることができる上に、従来のシステムでの基地局から遠い場所に位置する移動無線端末局の消費電力が大きく通話時間が短くなっていた点も同時に解消できる。

【0159】また、従来システムで採用しているアンテナ装置を用いたとしても、中継方式を用いることで、放射電波が到達する範囲(円)が狭まるので、同じ周波数を場所さえ異なれば同じゾーン内で使用することも可能となり、周波数利用効率が向上する。更に、不要な電波の放出が無くなるので、同一ゾーン内の他の移動無線端末局への干渉妨害や、同一周波数を利用している他のゾーン内の移動無線端末局への干渉妨害を低減でき、通信品質が向上する。これは、従来のようなオムニ指向性のアンテナを用いない場合、即ちビームアンテナを用いた場合の方がより効果的であり、本提案の通信方式では、ゾーン内に存在する全ての移動無線端末局の位置(方角

28

や距離)を基地局が常時把握しているの、ビームアンテナを用いての通信が可能である。更に、車載型の移動無線端末局の場合、その移動方向は道路の構造上、限定されているので、無線中継局の方向が車の進行方向か逆方向であると容易に類推できるので、指向性を有するビームアンテナによる通信は、より簡易に実現でき効果的である。

【0160】また、通信回線が設定されている移動無線端末局から無線中継局へのアップリンク通信や中継局から基地局へのアップリンク通信にCDMA方式を採用することで、移動無線端末局間の同期をとらずに無線中継が可能である上に、送信周波数帯が、如何なる移動無線端末局(無線中継端末を含む)でも同一になるので、無線部の構造が複雑にならずに実現できる。

【0161】本願第11の発明における無線通信システムにおいては、送受信可能な基地局と送受信可能な移動局がお互いに鋭い指向性のビームによる送受信を行う移動体通信システムにおいて、前記基地局と前記移動局が一定時間に一回、前記指向性より幅の広い指向性のビームによる送受信を行うことにより、前記基地局および前記移動局が鋭いビームによる送受信を行っている第1の伝送路以外の第2、第3の伝送路を確保することができる。これによって、前記第1の伝送路が何等かの原因により使用不可能となった場合、第2または第3の伝送路での送受信に切り替えることにより、鋭いビームでの送受信を容易に継続することができる。また、前記第1の伝送路が使用不可能でない場合においても、常に前記第1の伝送路の状態と、前記幅の広いビームにより確保した前記第2、第3の伝送路の状態を比較し最も送受信状態の良い伝送路を選択することにより、常に最適な送受信状態を維持することができる。

【0162】本願第12の発明における無線通信システムにおいては、固定局の制御信号に対する移動局の制御信号を受信した複数の固定局(N個)の内、電界強度の大きさによってn個($N \geq n \geq 3$)の基地局が選定され、それぞれの固定局が受信した電界強度から移動局の位置を割り出すことができる。これによりn個の固定局はビーム径及び放射方向が可変な単一指向性のアンテナにより小さなビームによって移動局と通信することができる。ただし実際に通信しているのは1固定局のみで、他のn-1個の固定局は移動局の状態もしくは通信路の状態を監視する。すなわち、本発明によればビームを絞ることによりマルチパスが発生しにくくなり、同一セル内で同一周波数を繰り返し使用することができるようになり、通信容量が増加する。また本発明によれば、移動局の位置を把握することが可能であるため、ハンドオフ等が発生しにくくなる。

【0163】本願第13の発明における無線通信システムにおいては、送信信号の帯域を拡散して伝送するスペクトル拡散通信方式において、放送用動画像データ等の

もとから広帯域信号でしかも使用チャネル数は時間的な変動が少ないものに対しては割り当てられた周波数帯域のうち十分な周波数帯域を使用してスペクトル拡散して使用し、音声データ等のベースバンドでの周波数帯域が狭いものについては、広帯域データの拡散周波数よりも低い周波数によってスペクトル拡散を行い、それぞれの受信機は使用する周波数帯域内の電力密度を測定する装置を具備しており、電力密度の低い周波数帯域に自らの使用周波数帯域の中心周波数を位置させるように制御を行い、さらに送信電力制御やアンテナの指向性による電

信電力制御を行うことにより、各チャネルへの干渉電力を低く抑えながら多重数を増加させる、ことが特徴である。

【0164】本願第14の発明における無線通信システムにおいては、通話容量の増大とインフラ設立コストの削減のために、できるだけ少ない基地局でより多くの移動局の通話サービスをサポートする必要がある。したがって一つの基地局は、複数の移動局と通話できることが前提となる。

【0165】基地局が指向性アンテナを用いて通話を行なう場合、複数の移動局に対して各々異なる周波数を割り当てるとすれば、トラフィックが集中する地域に設置した基地局の負担が重くなることが予測できる。

【0166】このような場合、基地局アンテナの指向性を回転走査させることで一つの周波数で複数の移動局と通信することができるので基地局の負担を重くすることなくトラフィックの増大に対応ができる。

【0167】本発明は、指向性アンテナが回転することで、時分割多重通信を行なう移動通信システムにおいて、基地局からの距離に依らずスロットの長さが一定となるように回転速度を制御することを提供する。たとえば、移動局の移動速度が同じであるとき、基地局からの距離が短い程基地局から見た速度は早く、距離が長い程見かけの速度が遅い。したがって、ビーム幅は基地局からの距離に応じて、遠い程細く、近くは太くする方が電波利用効率上望ましい。

【0168】同様に、基地局からの距離が同じである場合には、移動局の速度が速い程ビーム幅は太く、遅い程ビーム幅は細くする方が望ましい。

【0169】本発明ではビームの回転速度は、たとえば、細いビーム程遅くするというように、通話条件に応じ回転速度と最適に制御することを提供するため、通話条件を均一にし、厳しい条件を考慮した端末のマージン設計を最小限にする効果が期待できる。

【0170】このように電波利用効率の向上のためには、指向性アンテナを用いるのがよい。ただし、呼設定時では通信すべき基地局／移動局の方向が不明であるため、所望の基地局並びに移動局をサーチすることが必要である。このためには、たとえば、指向性アンテナの一つに制御チャネルを割り当てアンテナを回転させることに

より、任意の方向にある基地局並びに移動局との通信が可能である。このとき、同一の報知情報を発信する同期と回転角速度が 2π の整数倍となっていると、同一の報知情報を、発信側から見たときにいつも同じ方向へ発信してしまうことになる。そこで、この同一情報の発信同期をたとえば 2π の非整数系で発生させるというように、常に同一方向にならないように基地局あるいは端末自身が制御する機能を持つため、指向性アンテナを用いて呼接続を容易に行なうことができるという効果が期待できる。

【0171】

【実施例】以下、本発明に係る一実施例を図面を参照して説明する。まず、本発明に係る一実施例（請求項1、2に対応）を図1乃至図6を参照して説明する。まず、基地局101は主ビームBを放射するアンテナ103が具備される。このアンテナ103は主ビームをB1、B2、…に示すように走査する機構を備えている。また、基地局101の周囲にはビルなどの遮蔽物105a、105b、…が存在するものとする。この遮蔽物105a、105b、…の回りを移動局107が移動するものとして以下説明する。

【0172】移動局107の現在位置は時間とともに変化している。例えば、現在の移動局107bの位置に対して、直前の位置を107aで示す。基地局101は、この移動局107aに対して、主ビームBaを介して通信を行っていたものとする。ところが移動局107が移動し、移動局107bが遮蔽物105bの陰にはいると主ビームBaでは通信を行うことができなくなる。

【0173】基地局101は図1に示すように間欠的に、具体的には伝送速度に応じて、例えば200Kbpsのとき5msec毎に、アンテナの指向を機械的に或いは電気的に変更して主ビームによる走査を全方向に平面的に或いは立体的に行う。尚、ここでいう機械的とは、例えばアンテナの向きそのものをモータ等の駆動源によって変えるものであり、電気的とは例えばフェーズドアレイアンテナ等によって変えるものである。

【0174】移動局107はこの主ビームを受信して受信点での電界強度を測定し、この測定結果を基地局101に報知し、基地局101は最も強い電界強度が受信された方向に、それ以後の前記主ビームの方向を固定する。これにより移動体107の受信環境に対応して新しい電波伝送路Bbを発見することが可能となる。これにより主ビームの方向を修正できる。

【0175】また、この場合、電波伝送路Bbは遮蔽物105aと、遮蔽物105bとを電波の反射体として利用して、電波伝送路的にみた死角を無くすようにしている。また、このようにして得られるデータは、固定的であることから、後述するように、予め遮蔽物105と移動体107との関係においてデータとして記憶或いは蓄積しておくことにより、移動体107の位置のみから、

31

次の設定されるべき電波伝送路を予測することが可能となる。

【0176】次に、本発明に係る他の実施例を図2を用いて説明する。この実施例では空間分割多重方式移動通信を自動車電話に適用した場合を例にして説明する。図2は主ビームの指向性切り替え時刻の予測を示し、横軸は時間、縦軸は高速道路上の位置に対応している。また図3は高速道路脇若しくは上方に基地局101を配置し、かつ主ビームの指向性を変化させて高速道路上に略等しいサービススポットを配置した様子を示している。主ビームの指向性は狭く半径はたとえば200mぐらいであり、主ビームによるサービススポットはz1からz7まで連続的に、かつ電波強度が略一定するように作られている。

【0177】尚、ここでは自動車は主ビームのサービススポットをz1よりz7方向に進行するものとする。自動車電話は主ビームのサービススポットz1より主ビームのサービススポットz2に時刻t1において移動したことを図2は示している。この移動は前述した実施例に示す方法で求める。同様に時刻t2において主ビームのサービススポットz2から主ビームのサービススポットz3に移動している。

【0178】ここでの自動車電話がサービススポットz4に移動する時刻を過去の履歴から予測する。図2にはその一手法を示している。この例では自動車電話は一定速度で移動して行くものとして、切り替え時刻t3を外挿(Lagrangeの補間法による)により求めている。この様に主ビームの指向性切り替えに際して、予め過去の履歴に基づいて移動体の次の主ビームの指向性切り替え時刻、次の切り替え先主ビームの指向性を予測できる。このため主ビームの指向性の切り替えに伴って必要となる手続を主ビームの指向性を狭く切り替え要求の発生に先だって開始できる。すなわち前述した先の実施例の処理負担を軽減できる。従って、空間分割多重方式の自動車電話にあっても高速・高頻度の主ビームの指向性を切り替えに十分に対応できる。

【0179】図4及び図5は本実施例のさらに他の実施例である。初期の主ビームの選択には前述の実施例にもとずいて処理するものとする。図には複数の交差点にまたがったマイクロ主ビームの指向性を示している。

【0180】図4において図中で示した主ビームの指向性z1, z2, z3, z5は国道などの車両が多く通行するルートに対応している。すなわち主ビームの指向性がz3の状態での過去の履歴がz2, z2, z3であれば次の切り替え先はz4ではなくz5になると予想出来るルートである。そこでz3の主ビームを選択している基地局は過去の主ビームの切り替え履歴がz1, z2, z3である場合には、z5の主ビームを基地局は優先して選択する準備動作に入る。これによって予め基地局の主ビームの切り替え準備手続に入ることが可能となる。

32

【0181】図6はさらに他の実施例である。図6は高速道路の分岐路を示している。主ビームの指向性がz4は高速道路から降りる道である。ここで自動車電話が高速道路の本線に設置された主ビームの指向性z1, z2を通過する時間を考えてみる。自動車電話が本線をz1, z2, z3と進行する場合には主ビームの指向性は狭くz1, z2を通過するに要する時間は同程度となることが多い。これに対して高速道路から降りるルートを走行して行く場合には主ビームz2で速度を減速することになる。そこで主ビームz2の中にいる時間を観測し一定時間よりも長い場合には次の主ビームをz4と予想しz4の主ビームを優先的に探索する。また逆にz2の中にいる時間が一定時間よりも短い場合には次の主ビームをz3と予想し優先的に主ビームの探索をおこなう。

【0182】また、間欠的に全方向にアンテナの主ビームを走査し、受信点での電界強度を測定し、最も強い電界強度が受信された方向に、それ以後の前記主ビームの方向を固定することにより移動体の受信環境に対応して主ビームの方向修正できる。

【0183】さらに、主ビームの指向性切り替えに際してあらかじめ過去の履歴にもとずいて移動体の次の主ビームの指向性切り替え時刻、次の切り替え先指向性を予測できる。このため主ビームの指向性切り替えに伴って必要となる手続を主ビームの指向性切り替え要求の発生に先だって開始でき、空間分割多重方式の自動車電話にあっても、高速・高頻度の主ビームの指向性切り替えに対応できる。

【0184】以下、本発明に係る一実施例(請求項3に対応)を図7乃至図15を参照して説明する。本発明による無線通信システムにおいては、移動局の種類、移動局の移動速度、ゾーン内の移動局の数、伝送情報のメディア、無線基地局-移動局間の電波伝搬状況によって適応的に使用するアンテナ、伝送方式を割り当てるところが特徴である。

【0185】図7は本無線通信システムの実施例を説明するための図である。図7は、広域システムにおいて異なる移動体すなわち、人が携行する携帯機による移動局205、自動車に搭載される移動局207、バスに搭載される移動局209、船、飛行機、電車等の間で携帯電話、FAX等の移動体通信を行うシステムを示す。

【0186】基地局201は各移動局205, 207, 209とアンテナ203を介して通信を行っている。ここで、ゾーン内での絶対数が多い携帯機205、特別にはポイント-ポイント間のSDMA通信を必要としない自動車電話207などに対しては、通常の無指向性アンテナを用いたTDMA, FDMA, CDMAなどの通常の伝送方式による通信を行う。

【0187】また、特別に秘話を必要とする移動局(例えば207a)や、絶対数の少ない移動局209、あるいは移動速度が遅い端末などに対しては指向性アンテナ

33

を用いたSDMA通信を行う。また、必要に応じて、ゾーン内での同報通信が必要な場合には各移動局群205a, 205b, 205c, 205dで示した様なサブグループに対して、指向性のあるアンテナで同報通信を行っても良い。

【0188】次に上述した通信システムを用いた移動局と無線基地局間の制御手順の一例について説明する。移動局がゾーン内に入ると、無線基地局から送信されてくる同期信号を受信し、その信号に対応して、制御チャンネルで自局の、ID、移動局の種類（携帯機、車載機）、伝送する情報の種類（携帯電話、コードレス電話、FAX、ポケットベル）、移動局の速度、移動局の位置の情報を基地局に対して送信する。この他の情報、例えば、移動局の数や、無線基地局と移動局との間の伝搬路状態などは、移動局から送信された電波の受信状況に基づき無線基地局が判断する。無線基地局がSDMA通信を要求している移動局の位置が検出できれば、無線基地局は移動局との距離、伝搬路状況を計算して送信電力を決定し、移動局との間のビームを張り、SDM通信を開始する。

【0189】この様にSDMA通信を要求する移動局との通信は、ハンドオフ直後に送信される制御チャンネルは無指向性アンテナで送信し、移動局の位置が検出できた後にSDMA通信に移行するようにすれば良い。

【0190】また、SDMA通信中に、極端に受信電界強度が低下した場合には、指向性アンテナの向きが相手局側に向いていないと考えられるため、この様な場合には一端指向性アンテナによる通信を止め、通常の無指向性アンテナを用いた通信に戻し、受信電界強度の回復を待つか、或いは受信電界強度の強い方向を探索し、探索された方向にビーム方向を向けてSDMA通信を行うようにする。

【0191】また、一般に移動速度の速い車や、端末の絶対数が多い人の持ち歩く携帯機などについては、特にSDMA通信を行う必要がないため、無指向性アンテナを用いたTDMA、FDMA、CDMAなどの通信方式を使用する。

【0192】以上は、広域システムについての実施例であるが、構内無線通信システムに於ても同様に考えられる。図8に示す本発明に係る構内無線通信システムでの実施例について述べる。構内に於ける無線通信の移動局としては、人が持ち運ぶ携帯電話205の他、コンピュータ端末211、プリンタ、自動測定を行っている計測器213などが考えられる。この内、予め移動する速度が遅い端末や殆ど移動することが無い端末、例えば、コンピュータ端末211、プリンタ、計測器213等に対しては、予め無線基地局にこのような端末のIDを登録しておくか、端末からの制御信号によって基地局側で端末の存在する位置を把握しておき、このような端末に対してのみ指向性の強いビームアンテナを用いてSDMA

34

通信を行い、その他の人が携帯する電話205などに対しては通常に無指向性アンテナを用いた通常のTDMA通信を行う。

【0193】次に、本発明による無線通信システムの別の実施例について図9を用いて説明する。図9を参照するに、移動局217a~217b、移動局217aと217b、移動局217cと217dはそれぞれ見通し通信可能な位置にあり、移動局217bと217cの間が一時的に遮蔽物215によって遮られたような場合である。SDMA通信の特徴として、通信中に通信局間が遮られた場合に受信電界強度が良好な状態から当然極端に劣化することが挙げられる。従って、各移動局では通信中に受信電界強度を測定しておき、受信電界強度もしくは受信品質が極端に劣化した場合には、指向性アンテナから無指向性アンテナへ切り替えて通信を行えば良い。

【0194】図9では、見通し通信可能な移動局217aと217bの間、移動局217cと217dの間ではそれぞれ指向性アンテナを用いたポイント-ポイント間のSDMA通信を行い、移動局217bと217cの間では無指向性アンテナによる通信を行う。指向性アンテナを用いたSDMA通信から、無指向性アンテナを用いた通信に切り替える制御手段は、前述の実施例と同様の方法で行えば良い。

【0195】次に、本発明による無線通信システムの別の実施例について図10を用いて説明する。図10において、無線基地局201は指向性アンテナ203を用いてゾーン内の移動局205e, 205fとSDMA通信を行っている。つまり、無線基地局201対移動局205e、無線基地局201対移動局205fの一対一通信を行っている。ここで、移動局205eに対するビームと、移動局205fに対するビームの間のなす角度 θ が狭くなると、移動局205e, 205g間での干渉が生じる。

【0196】このような場合、無線基地局201では移動局205e, 205gに対して通信を行っている自局のビームアンテナのなす角 θ を検出し、この角が所定の値以下になった場合には、この2局に対してはDSMA通信を一旦中止し、それまで空間軸で多重伝送していた電波を、時間軸、周波数軸、符号軸の多重のいずれかに置き換えて通信を行う。

【0197】この際、無線基地局は移動局に対して、伝送方式の変更前に制御チャンネルを使用して、伝送方式の変更に関する情報を通知しておけば良い。ここで、移動局205e, 205gは近接した位置にあるため、移動局205e, 205g方向に対して指向性アンテナを用いて通信を行っても良い。これにより、SDMA通信を中断しても基地局では指向性アンテナを使用出来る為、送信電力は特に増加することはない。近年のマイクロセル化で基地局数が増え、基地局自体の小形化、低下価格化が要求されている現在、消費電力が低減可能な本方式

は有効な手段である。尚、以上の実施例では、移動局205e, 205fが水平方向に接近した場合に着いて説明したが、高さ方向（アンテナではエレベーション方向）について接近した場合にも全く同様の方法を用いて良いことは明らかである。

【0198】無線基地局は、ゾーン内の移動局から送信されてくる制御チャネルの内容から、ゾーン内の移動局の位置、及び数をメモリに蓄えておき、これら複数の移動局に対するビームが干渉する恐れがあると判断した場合には、SDMA通信を一旦中断することにすれば良い。この時、無線基地局がゾーン内の移動局の位置を検出する為には、移動局が自局の位置をGPS等を用いて検出してから無線基地局に通知しても良いし、無線基地局側で、移動局から送信されてくる制御信号の内容を指向性アンテナによって受信し、その際の指向性アンテナの方向に基づいて無線基地局が計算によって求めても良い。

【0199】尚、以上の実施例の説明に於いては、主に無線基地局と移動局間の通信形態について説明を行ったが、子局間通話すなわち移動局間の通話についても、い

ずれか一方の移動局が基地局の役割を果たせば、移動局間の通信についても本発明による移動通信システムの実施が可能である。

【0200】上述したように本実施例によれば、メディア、移動端末の種類、現時点での通信路状態等に対応した伝送方式を用いて通信を行う。例えば、ポイントポイント間のSDMA通信では、通信を行っている移動局と基地局との間でビームが張れている状態であれば、無指向性アンテナを使用する場合よりも良好な通信が可能となるが、一方の局が移動して一旦ビームが外れると、通信が不可能となっていたが、本実施例によれば、移動局、無線基地局がSDMA通信中に受信電界強度の低下を検出した場合には、通信路が遮蔽物によって遮られたものと判断し、一旦無指向性アンテナを用いた通信に切り替えることにより、通信品質の極端な劣化を軽減できるという効果がある。

【0201】また、指向性アンテナを用いて通信を行う場合に、同一の無線基地局と2つ以上の移動局とが同時に通信を行っている場合、これらの移動局が接近した場合、それぞれの移動局に対するビームが干渉し、受信が不可能になるという問題があったが、無線基地局が、これらの移動局に対する指向性アンテナのなす角が所定の値以下になると、SDMA通信以外の方式に切り替えて送信を行うため、ビームの干渉を防げるという効果がある。

【0202】ハンドオフ直後の移動局に対しては指向性アンテナを用いずに通常のTDMA通信を行い、移動局の位置が検出できた後にSDMA通信に移行するという手法により、ゾーン内に新たに登録された移動局に対しても、柔軟なサービスを行えるという効果がある。

【0203】さらに、移動速度が遅い移動局や、絶対数の少ない移動局に対してはSDMA通信を行い、他の移動局に対しては無指向性アンテナを用いて通信を行う等の、SDMA通信だけでなく他の通信・アクセス方式を用いることにより、より柔軟にシステムの移動局の状態、電波環境の変化などに対応可能で効率の良い無線通信を行えるという効果がある。

【0204】以下、本発明に係る一実施例（請求項4に対応）を図16乃至図24を参照して説明する。図16乃至図19は本発明に係る一実施例を説明するための図である。まず図16を参照するに、移動局305は、基地局301aと基地局301bからの信号を同時に受信している。基地局301aから移動局305までの信号の空間伝送に要する時間は τ 、基地局301bから移動局までの信号の空間伝送に要する時間は $\tau + \Delta\tau$ である。但し、移動局が移動すると τ 、 $\Delta\tau$ とも変化する。ここでは、移動局305がこの位置にある場合の信号伝送を考える。

【0205】図17は、基地局301aと基地局301bからの信号の時間関係を示す。基地局301bからは、基地局301aと同一の信号を時間Dだけ遅らせて送信を行う。これにより、移動局305には、図18に示すように、同一の信号を時間 $(\Delta\tau + D)$ だけ離れて2度受信することになる。ここで、時間 $(\Delta\tau + D)$ が、図19に示すように、ビット誤り率が良くなるような2波の遅延時間差になっていれば、単に遅延時間差が0の場合、あるいは同一の信号を同時に送信を行う場合、即ち同一の信号を時間 $\Delta\tau$ だけ離れて2度受信する場合に比べて、受信特性を向上させることができる。言い換えると、移動局305の位置に応じて、適当な複数の基地局を選択すると共に、各基地局から適当な遅延時間差を付けて送信することにより、伝送品質を向上させることができる。

【0206】ここで、移動局305の位置を逐次検出して $\Delta\tau$ を逐次推定し、この推定結果に基づいて送信時間を遅らせる時間幅Dを変化させれば、常に向上した伝送品質を保持することができる。また、移動距離が比較的大きくなった場合には、送信する基地局を変更することが考えられる。例えば、図16の点線で示すように、305aが305bの位置まで移動した場合には、送信電力を小さくするために、301bからの送信をやめ、新たに基地局301cからの送信を行う。もちろん、この場合には、 τ 、 $\Delta\tau$ とも大きく変化する。したがって、Dも大きく変化させなければならない可能性がある。但し、この場合もアクセス方式としてTDMAを用いている場合、例えば図17で（ハ）や（ホ）のタイミングでは、移動局305が信号を受信する必要がある場合には、これらのタイミングの間に、Dを変化させれば受信特性の劣化を避けることができる。

【0207】基地局の選択方法としては、出力電力を抑

37

えるために、移動局に近い基地局から選択する方法が考えられる。また、同じく出力電力を抑えるために、位置検出や地物情報のデータベースなどによる各基地局から移動局までの伝搬損失を予測し、予測した損失の小さい方から割り当てる方法も考えられる。また、予測される伝搬損失に関わらず、各基地局の移動局からの距離を考慮したときに必要な遅延時間差を得るために最適な基地局の組み合わせを選択することも考えられる。また、これらの方法による品質向上や各方法に伴うコストを予測し、最適な方法を選択することも考えられる。

【0208】移動局の位置検出の方法としては、複数の基地局で移動局からの信号を受信しその時間差を測定することが考えられる。移動局がほぼ平面上を移動する場合には、2つの基地局を使えば、その時間差からある楕円上の1点であることが検出できる。また3つ以上の基地局を使えば、ある特定の1点と推定することができる。また、図20のように、基地局301aや基地局301bに鋭い水平面指向性を回転できるアンテナ303を設け、指向性の方向と移動局305からの受信信号強度との関係を求め、複数の基地局で求めた結果をもとに位置を決定することも考えられる。

【0209】移動局の位置での各基地局からの送信信号の遅延時間が適当な遅延量となるように、送信する基地局と各基地局からの送信信号の送出タイミングを決定して送出する方法としては、ISDN網など同期信号を容易に得ることができるような通信網を用いて各基地局の同期を得る方法の他にも、図21のように、基地局301a、基地局301bとを光ファイバ網307で結び、光交換機311などをもちいて光信号に変調された信号を分配器313で分配し、制御装置からの指令により、ある遅延時間をもたせて各基地局301に送出し、各基地局301でO/E変換を行うことによって実現することも考えられる。

【0210】所望の先行波と遅延波以外の多重波の発生を抑えるため、基地局に指向性アンテナを使用することにより、より確実に受信品質を向上することができる。指向性アンテナには、従来用いられているセクターアンテナのように水平面指向性の半値角が60~120度程度の固定指向性のものの他にも、アダプティブに指向性を合成するようなアレイアンテナなどを用いることも考えられる。

【0211】位置検出が、非常に高精度に行うことができるときは、遅延時間差だけでなく、搬送波の位相差も制御してやることにより、受信品質をさらに向上することができる。

【0212】また、位置検出や地物情報のデータベースなどによる各基地局から移動局までの伝搬損失を予測し、その結果予測を用いて、遅延時間だけでなく、各基地局からの送信出力電力を指定することにより、受信品質をさらに向上することが考えられる。

38

【0213】例として、図22及び図23を参照して、先行波(D波)と遅延波(U波)との比(DU比)を最適化する場合でDU比の最適値が1より大きい場合を述べる。一般に移動局と各基地局との距離は異なる値になる。図22及び図23に示すように、基地局301aと移動局305との距離が、基地局301bと移動局305との距離よりも短い場合には、基地局301aの送信出力をD波、基地局301bの送信出力をU波とすると、逆にした場合に比べDU比の最適値を実現するための送信出力電力を小さくすることができる。このため、他の移動局への干渉を抑えることができ、また基地局に備える電力増幅器の最大出力を小さくすることができ、線形変調方式を用いる場合には線形性を満たした上で確保しなければならない電力制御可変幅を小さくすることができる。

【0214】さらに、一つの基地局から2つの波を構成して出力する場合を比較する。この場合、電力増幅器の最大送信出力を小さくすることができ、基地局の電力増幅器の最大送信出力に制限がある場合にも、感度向上の手段としての自由度を増やすことができる。

【0215】また、上述した実施例においては、同時に移動局305a向けに信号を送信するのは2つの基地局301a、301bだが、3つ以上の基地局から送信することにより、より受信特性を向上させることも考えられる。

【0216】また、上述した実施例においては、同一の信号を複数の基地局から送信しているが、従来の複局同時送信方式のように、周波数オフセット、周波数偏移オフセット、変調波形オフセットなどを持たせた複数の信号を各々の基地局から送信することにより、より受信特性を向上させることも考えられる。

【0217】また、上述した実施例においては、受信器に等化器を用いる場合について述べたが、従来の複局同時送信方式のように、一般の受信器においても、より受信特性を向上できる。例えば、上述のように、周波数オフセット、周波数偏移オフセット、変調波形オフセットなどを持たせた複数の信号を各々の基地局から送信すること、あるいは耐多重波変調方式のように一定の遅延を持つ複数の信号を受信した方が誤りが少なくなる変調をかけた信号を送信すること、などにより向上が得られる。

【0218】もちろん、この方式と他の多重波フェージング対策技術とを組み合わせることにより、より効果を大きくすることも考えられる。例えば、干渉を防ぐために送信電力制御を行う、伝送速度を変化させる、ARQを採用する、FECを採用する、FFCの符号化率を変化させる、FECの種類を変更する、時間ダイバーシチを採用する、時間ダイバーシチの送信回数を増加する、周波数ホッピングを採用する、周波数ホッピングの頻度を変化させる、AGCの時定数を変更する、AGCのダ

イナミックレンジを変更する、変調方式を変更する（多値変調方式と多重波に強いBPSKやDSKなど）、ビット同期の方式を変更する（PLL、DPLLとマッチドフィルタなど）、トレーニング信号のビット数を変更する、等化器のアルゴリズムを変更する、アンテナダイバーシチを用いる、マイクロダイバーシチを用いる等が考えられる。

【0219】以上説明したように、本実施例によれば、移動局の位置を検出し、これに基づいて、移動局の位置での各基地局からの送信信号の遅延時間が適当な遅延量となるように、送信する基地局からの送信信号の送出タイミングと、各基地局からの送信信号の送出タイミングとを決定して送出することにより、移動局における受信品質を向上することができる。

【0220】以下、本発明に係る一実施例（請求項5、6に対応）を図25乃至図41を参照して説明する。図25及び図26は本発明の1実施例を示した概念図である。図27は図25及び図26における実施例を行うときの信号の流れを示した接続シーケンスである。

【0221】本実施例では端末局として移動局を想定しているが、端末局は必ずしも移動局であるとは限らない。移動局407は通信開始に際して、衛星409を用いて緯度経度を測定するGPSシステムにより、自局のいる位置を検出する。位置を検出する手段としてはGPSを用いるほかにも、複数の基地局から発せられる位置検出用の信号を受信し、3点測量により検出することも可能である。また、移動局に高性能ジャイロ（方位センサ）と走行距離センサを装備する事によっても実現できる。また、これらを組合せてなるナビゲーションシステムを搭載している場合には、このシステムの出力を利用するようにしても良い。

【0222】位置の検出は緯度および経度を持って検出値（絶対値）とするか、もしくは基準信号を発している基地局との距離・方向をもって検出値（相対値）とするか、もしくは予め定められたテーブルによって算出することが考えられる。

【0223】移動局407は自局の位置を検出したら基地局405に自局の位置を報知する。もしくは基地局405が移動局407がどの位置にいるかをレーダ技術を用いて検出する。

【0224】基地局は移動局407の位置を認識したら、そこに位置する移動局407に最適なビームの方向・強度・ビーム幅等を予め実測により求めてあったテーブル（メモリ405M）を参照する。前記参照するテーブルには実測値をそのものより直接ビームに関する情報を参照できるもののほかに、移動局407の位置より自基地局405との方向と距離をテーブルに格納していて、予め定められた算出式により算出することも可能である。

【0225】基地局405は移動局407のとるべきビ

ームの方向・強度・ビーム幅等のアンテナ指向性に関する情報を移動局407に報知する。移動局407では報知された指向性の情報に基づき、ビームの指向性等を決定する。基地局405では算出された基地局側の指向性情報に基づき、ビームの指向性等を決定する。これにより、移動局407と基地局405はお互いビームの向き合った状態での通信が可能となる。

【0226】移動局407では移動局自信の位置を常時観測し、位置変化が予め定められた量を超過した場合、基地局407に送信する。もしくは、予め定められた時間間隔等の規定に従って位置情報を基地局405に送信する。基地局405では移動局407からの位置情報が報知されたならば、ビーム指向性算出の処理を行い、移動局407・基地局405の指向性を変更させる。

【0227】いったん指向性のある通信路が確立したならば、受信波の到来角・電界強度等の情報を用いる適応型の方角追尾方式との併用をする事によっても、より追従の精度は高められる。

【0228】本実施例では基地局405から移動局407へ指向性情報が報知されて、指向性を持つビームが放射されるまでの初期接続の間は、基地局405と移動局407の双方とも無指向性アンテナを用いている。このとき初期接続の段階では、アンテナの指向性を円周方向に所定の角速度をもって回転することで、無指向性アンテナを用いることなく接続を行うことも可能である。

【0229】本実施例で示すように、移動局407の位置情報を用いてアンテナ指向性を求めるため、受信信号から指向性を定める方式に比べ、より正確で安定なアンテナ追尾を行うことが可能である。

【0230】図28は他の実施例を説明するための概念図である。移動局407と基地局405aは先の実施例で示した様な初期接続がおこなわれ、指向性アンテナを介して通信を行っており、位置情報により追尾され通信を行っている端末である。移動局407Aは基地局405aの通信エリアより移動を行い、A点（移動局407A）よりB点（移動局407B）を経由してC点（移動局407C）へと向かう。C点は基地局405aと通信を行うよりも、基地局405bと通信を行った方がより良好な通信が行える地域である。

【0231】このゾーン切り換え（ハンドオーバー）は基地局405aあるいは移動局407での受信電界強度を観測し、よりつよい電界強度の基地局405bとの通信が選択される。

【0232】受信電界強度は伝送路の影響により大きく変動するため、電界強度変動の大きな地域では頻繁にハンドオーバーが行われ、切り換え雑音や切り換えによる電力の消費量増大の原因となる。

【0233】本実施例では移動局407は、常に移動局自信の位置を検出し基地局405aへ通知しているため、その位置情報を用いてハンドオーバーを行うことが可

41

能となる。

【0234】移動局407から通知された位置情報を基地局405aは基地局405aを統括する制御局401に送信する。制御局401では基地局405aからの情報を監視し、その位置がどの基地局405と通信を行うのが最適であるかを、予め定められたテーブル（メモリ401M）を参照し、決定する。移動局407がB点からC点へ移動する所で制御局401は基地局405bとの通信が最適と判断し、基地局405a、基地局405bに通知する。基地局405bへは移動局407の位置情報を通知し、基地局405bは自局・移動局407のアンテナ指向性を算出し、基地局405aを介して移動局407に通知し、自局は算出された指向性へと変更を行う。移動局407は基地局405aとの通信を終了し、C点において基地局405bとの通信を開始する。

【0235】本実施例では移動局407の位置情報のみを用いてハンドオーバを決定したが、移動局407において自局の進行方向・進行速度を検出する手段を設けて、その情報によりどの基地局405との通信が最適であるかの予測を行い、ハンドオーバを実施することでより正確で安定した基地局間切り換えを行うことが可能である。尚、進行速度・進行方向の検出は前述の3点測量を行った結果より算出することは容易である。また、前述したGPS、ナビゲーションシステムを利用しても良い。

【0236】図29は他の実施例を示す概念図である。基地局と移動局との間の距離が長い場合、あるビーム幅でビームを放射したときに移動局近傍では、そのビーム角度幅と距離半径により算出される円周線上距離分だけ通信可能な領域が存在することになる。また、距離が長いということはそれだけ電波伝搬損があるので、より電力密度の大きい電波を放射しなければならない。逆に基地局と移動局との間の距離が短いということは、長い場合に比して円周線上の距離が短く、移動局が移動する場合、基地局が移動局を追尾する角度が非常に大きなものとなり、追従・制御が困難となる。また、伝搬損も少なく電力密度は小さなもので良好な通信が可能である。

【0237】そこで、本実施例では、移動局による位置検出情報を用いて、基地局405近傍にいる移動局407aにはビーム角度幅の広い指向性を用い、遠方にいる移動局407bに対してはビーム幅を絞って放射するものである。図32に基地局-移動局間の距離とビーム角度幅の関係の一例を示す。図32の特性に従い、距離によりビーム角度幅を決定する。このとき、アンテナから放射する電力は一定あるいはビーム角度幅により予め定められた値とする。

【0238】図30は他の実施例を示した概念図である。移動局407aは比較的低速な速度 v_1 で移動している。移動局407bは高速な速度 v_2 で移動している端末である。高速で移動している場合はビーム角度幅が

42

狭い場合、追従のための制御が困難となり、また、移動局での位置検出速度を移動速度が上回った場合、追従が不可能となる。逆に低速または移動しない端末ではビームの指向性を非常に絞っても追従の動作が非常に低速で良いために良好に通信が行える。本実施例では移動機の数によりビーム角度幅を可変とすることで、いかなる速度においても移動局の追従が可能となり、良好な通信を行うことが可能である。図33に移動局の速度とビーム角度幅の関係を示す。図33に従い、移動局の速度に応じてビーム角度幅を決定する。

【0239】図31は他の実施例を示した概念図である。移動局407aは該移動局407aと基地局405を結ぶ直線上をほぼ一致して移動する。一方、移動局407bは移動局407aと基地局405を結ぶ直線と垂直の方向に移動している。基地局405との直線上を移動している端末に対しては、基地局405からみた移動局407aの方向は平面上では一定であり、また縦方向においても基地局405と移動局407aの距離が非常に近くない限りはそれほど変化しない。移動局407bから見た基地局405についても同様のことが言える。基地局405と移動局407aを結ぶ線と垂直に移動している場合には、基地局405と移動局407bの双方からみたお互いの方向の変化の度合いは大きいものとなる。

【0240】また移動局407cの位置情報、進行方向情報により、基地局405と移動局407cを結ぶ直線と移動局407cの進行方向の方位の角度 θ を推定し、その推定角度により指向性アンテナのビーム角度幅を決定するものである。図34に進行方位相対角 θ とビーム角度幅の1例を示した。図34に従い、移動局407cの進行方向によってビームの角度幅を決定する。

【0241】図35は他の実施例を示した概念図である。まず図35(a)において、基地局405bと移動局407b、基地局405aと移動局407aは各々指向性ビームを用いて通信を行っている。ここで、基地局405bと基地局405aと移動局407aが1直線上にあるとすると、基地局405aから放射するビームは基地局405bの方向を向いており、同じ周波数帯で通信を行っていた場合、同一チャネル干渉となり、通信品質に著しく悪影響を与える。

【0242】この問題を解決するため、予めこのような同一チャネル干渉が起きるような位置を認識しておき、その位置に移動局407が来たときには予め決めておいた反射物を使い、同一チャネル干渉が起きないようにビームの方向を制御する。

【0243】図35(b)において、基地局405bでは、基地局405bの方向にビームが向く移動局407bの位置をメモリに記憶しておく。移動局407bは自局の位置を通信を行っている基地局405bに通知する。基地局405bは移動局407bが前記メモリに記

憶されている位置に入ったことを検知すると、その移動局407bの位置と反射を使って通信できるパスを検索し、決定する。本実施例のシステムではこの様な位置に移動局407bが入ったときに反射させるパスを人工的に予め作り出しておく。つまり、反射可能な位置に反射板をとりつけるか、あるいは中継増幅機を設置しておく。移動局407bと基地局405bは反射板を経由して通信を行う。併せて、移動局407aと基地局405aが上空の衛星409を用いて通信を行う場合を示す。以上の様に直線とならないパスを用いて通信を行うことで、同一チャネル干渉を回避することが可能である。

【0244】また、直線上となってしまう位置に移動局407が入ったことを検知して、同一チャネル干渉が生じるであろう隣接基地局405と異なった無線周波数に意向することによっても回避することは可能である。

【0245】図38は本発明の他の実施例を示す概念図である。前実施例に記載のように、複数の基地局と複数の移動局が一直線上にあると、同一チャネル干渉が起こり通信に多大な悪影響を及ぼす。

【0246】本実施例では基地局401a、基地局401dは移動局407a、移動局407bが同一チャネル干渉が生じるような位置に入ってしまったことを認識し、同一チャネル干渉が起こらない位置に設置されている基地局401b、基地局401cへ移動局407a、移動局407bとの通信を切り換えるものである。これにより、ビームでの通信を行う場合の同一チャネル干渉による問題は解決される。

【0247】図36は本発明の他の実施例を示した概念図である。基地局411a、411b、411cは空中を浮遊し、任意の位置に停止し、また任意の位置に移動する機能を持つ。本実施例では位置を保持し、位置を移動するためのプロペラを備えた気球を想定する。他にはヘリコプタ型の基地局や飛行機型、例えば飛行船の基地局、また衛星も考えられる。また気球であっても風の影響を受けにくい成層圏近くで停止させることも考えられる。

【0248】基地局同士は無線で接続されており、また、地上の制御局とも無線で接続されており、制御局を通して他のシステムと接続されている。

【0249】基地局411a、411b、411cは各々最大5個の端末と同時に通信が出来るものとする。基地局411aのゾーンには図36(a)では6つの端末からの通信の要求があるが、許容端末数を越えているため、端末407aは通信不可能となっている。

【0250】基地局411aは自局のゾーン内でのトラフィックが多く、容量が限界であることを他の基地局411b、411cへ無線により報知する。基地局411bは基地局411aがトラフィックが限界であることを認識し、かつ自局のトラフィックに余裕がある場合、移動手段を用いて基地局411a方向へと移動する。基地

局411bは基地局411aに対して移動が完了したことを報知する。基地局411aは基地局411bに近い端末の台数に基地局411bに移行すること、基地局411bの位置、ビームの方向等の情報を報知する。情報を受信した端末は基地局411aから基地局411bへと通信基地局の切り換えを行う。基地局411aは自ゾーンで通信できていなかった端末407aとの通信を開始する。

【0251】本実施例によれば、基地局の配置を可変にすることにより、トラフィックの増減があってもそのトラフィックに応じた基地局配置をすることが可能であり、システム全体での容量を飛躍的に向上させることが可能である。

【0252】図37は本発明に係る他の実施例を示した概念図である。前実施例と同様に基地局411は浮遊し、移動手段を持つ。基地局411と移動局407の間には遮蔽物415が存在する。指向性の高いビームでの通信では遮蔽物があることによる通信の瞬断は非常に大きな問題である。

【0253】本実施例では移動局407から報告されてくる位置情報を用いて、移動局407が遮蔽物415により基地局411との通信が行えないと予測される場合、瞬断される前に移動局411は水平方向、垂直方向に移動を行い、移動局407と見通しとなる位置を確保する。本実施例によれば、遮蔽物による瞬断が回避でき、システムの通信品質が格段に上昇する。

【0254】図39は本発明の他の実施例を示した概念図である。ここでは基地局401a、401b、401c、401d、401e、401fは高い指向性を持った無線により接続されている。ここで基地局401同士は見通しで無線での通信が行える場所に対しては直接無線により接続され、直接の無線通信が行えない場合には、間に無線基地局を中継して接続されている。基地局401aと基地局401b、401d、401fは直接無線により接続されている。また、基地局401e、401cについては基地局401dを介して接続されている。基地局は無線システム単独のものではなく、有線システムのインタフェース局をも含むものである。無線区間のインタフェースは統一されている。

【0255】従来、無線基地局間での交換機機能は一旦、無線制御局で交換機により行われており、制御局の負荷が多大なものであった。

【0256】本実施例では交換機の機能を無線で実現するものである。従来の場合、端末407aが端末407bと通信を行おうとする場合、基地局401aと基地局401bは直接のパスが張られるのでは無く、無線制御局での交換機を介して接続されていた。本実施例では基地局407aは端末407aが基地局401bのゾーン内の端末407bと通信が行いたいと認識すると基地局401bに対して指向性の高いビームでの通信を行う。

45

【0257】また、端末405aが基地局401dのゾーン内の端末405bと通信を行う場合について説明する。この場合、基地局401dに対する指向性の高いビームでの通信を行う。基地局401aと基地局401cのゾーン内の端末間での通信はそれぞれの基地局にアドレスを付加しておき、そのアドレスに従って自己ルーティングによりバスを接続する。基地局401aから基地局401cへは基地局401cの持つアドレスをヘッダーとして付加した情報系列をまず基地局401dへビームを用いて送信する。基地局401dでは、そのヘッダー情報を解析し、基地局401cへの通信情報であることを認識し、基地局401fへ向けてビームを用いて送信する。

【0258】本実施例は従来の有線交換局と独立であるか、もしくは共存するものである。従来、基地局数が増大した場合、無線制御局の交換機能へ多大な負担がかかり、基地局数の上限が無線制御局の容量に左右されて増やすことが出来なかった。本実施例によれば、これらの無線制御局で集中的に行われていた交換機能を無線基地局間の通信により、自立分散的に処理でき、システムの容量を増加させることに多大な威力を発揮する。

【0259】図40は本発明の他の実施例を示すシステム概念図である。前述と同様に、無線基地局間でのビームを用いた通信により交換機能を実現するものである。端末407cは端末407dと通信を行う場合には端末407dの位置に対するアドレスヘッダを付加した情報系列を基地局411aへ送信する。基地局411aではヘッダ情報により基地局411a、～、411cで構成される広域ゾーン内の端末であることを認識するとビームによる交換機能により基地局411bを介して端末407dとのバスを確立する。

【0260】端末407cと端末407eとの通信では基地局411aは自広域ゾーンの端末でないと認識すると、ヘッダ情報を付加して衛星交換無線局409aへビームを用いて送信する。衛星交換無線局409aではヘッダ情報を解析し、端末407eがいるゾーンの衛星交換無線局409bへビームを用いて送信する。このような接続手順を繰り返して、端末407cと端末407eの通信バスは確立される。本実施例によれば、無線制御局の負担を軽減し、無線のみで非常に広域のシステムを構成することが可能となる。

【0261】以下、本発明に係る一実施例（請求項7に対応）を図42乃至図43を参照して説明する。以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。

【0262】図42は本実施例の構成を示す図である。本実施例のスイッチでは酸化物超伝導体でできたストリップ線路の変移点を見付けるモードと変移点近傍でストリップ線路の状態を超伝導状態と常伝導状態との間で変移させ、ストリップ線路に対してスイッチとして動作させるスイッチモードの二つのモードを持っている。ま

46

た、ここでは簡略化のため初期状態では地板504および505とリボン状線路506によって構成されたストリップ線路は超伝導状態であるとする。まず変移点発見モードから説明を行う。このモードでは制御回路508はまず電源510にコイル501に対して電力を供給させ、コイル501を電気磁石として働かせることを行う。さらに、コイル502と電流計512によって閉回路が構成されている。これによりコイル502は他のコイルの誘導磁界によって電流を生じ、電流計512はこの電流の値を測定でき、この値を制御回路508に送る。また制御回路508内部では、この信号の時間的変動量を監視する。この電流の時間的変動量は、横軸に時間軸を縦軸に電流値をとったグラフにおける傾きのことを意味する。先の電力の増加によってコイル501によって生じる磁界によってストリップ線路の地板505の超伝導状態が徐々に壊れていくと、マイスナ効果によって完全反射されていた時間がストリップ線路を貫き始め、同時に地板504の超伝導状態も壊れる。この結果、電流計512に突然電流が流れ出す。制御回路508内部では、ここでのコイル501に供給された電流値を記憶域に記憶する。ここではこれを第一の変移点と呼ぶことにする。このままコイル501の磁界を強めていくと、マイスナ効果は徐々に薄れていく。ここでの効果の薄れかたはほぼ一定であり、これによって電流の変動量もほぼ一定となる。しかしこのまま強めることによってストリップ線路がすべて常伝導状態になると先程までの変動量に比べて小さくなるように変動量が変化する。ここではこれを第二の変移点と呼ぶ。第一の変移点のときと同様に制御回路508内部では、ここでのコイル501に供給された電流値を記憶し、さらに、電源510による電力供給をここで停止する。以上のことからほぼ完全な超伝導状態（変移点1）とほぼ完全な常伝導状態（変移点2）との変移点を確定できる。またこのモードのときには、コイル503には、電源511より電流は供給されず、コイル503は開放状態となっている。

【0263】続いてスイッチモード時の動作を説明する。上記の変移点発見モードの後、電源510は制御回路508によって第一の変移点における値に僅かに足りない値に設定される。これにより、ストリップ線路の超伝導状態は保持される。ここで制御回路508は電源511にコイル503にある電流値Iを供給させる。これによって、上記の超伝導状態を崩すことができる。ここで供給される電流の値Iは次式で示される。

【0264】

$$I = (I_2 - I_1) \times r_3 \times N_3 / r_1 / N_1$$

I1：第一に変移点においてコイル501に供給された電流の値

I2：第二に変移点においてコイル501に供給された電流の値

r1：コイル501の半径

N1: コイル501の巻数

r3: コイル503の半径

N3: コイル503の巻数

これにより、コイル503近傍の磁界は、第二の変移点においてコイル501によって生じた磁界とほぼ同等の値となる。これにより、ストリップ線路内部のリボン状線路506の超伝導状態が壊れ、リボン状線路506の電氣的導通も遮断されることになる。またここで、コイル503は、二つの変移点における磁界の分のみを生じせしめれば良いので、ストリップ線路上に配置するコイル503の大きさを小さくできる。また本発明では一つのコイル501に対して複数のコイル503を置くことができるため、移相器のように複数のコイルが必要な場合に有効である。

【0265】上記の変移点発見モードとスイッチモードとを組み合わせて行うことによって、変移点が移動してもそれに追従することができる。

【0266】なおストリップ線路の材料は今回用いた酸化物超伝導材料のように超伝導状態と常伝導状態における抵抗値が少なくとも3桁程度となるものならなんでも良い。

【0267】以下、本発明に係る一実施例(請求項8、9に対応)を図44乃至図56を参照して説明する。図44は本発明に係るプログラマブル無線機の一実施例示す構成図である。図44に示すように、このプログラマブル無線機は、高周波信号処理部601aと高周波アレイ部601bと受動アレイ部601cとに大別されている。

【0268】次に高周波信号処理部601aの構成について説明する。高周波信号処理部601aは図面に記さない制御部より送出されたデジタル信号によりその特性を設定する。その特性は例えば増幅器の出力やインピーダンス、歪であり、アクティブフィルタの次数のみならず通過帯域幅や損失、リップル等の特性であり、周波数変換器の変換利得や入出力インピーダンス、歪であり、局部発振器の発振周波数や出力インピーダンス、歪であり、あるいは移相器の移相角等である。このような高周波信号処理部601aの構成ブロック例を図45に示す。

【0269】次に高周波アレイ部601bの構成について説明する。高周波アレイ部601bはあらかじめ内部に定形型の能動基本回路が複数作り込まれている。能動基本回路が差動増幅器である場合を例に以下説明をおこなう。差動増幅器は抵抗と電流源によりその利得を決定するものである。そこで差動増幅器を図46のように構成する。図46に示すように、一つの差動増幅器は、基本的にFETと、ドレイン- V_{dd} 間に並列に接続された複数の抵抗体群と、ソース-接地間に接続された複数の電流源群からなる。この差動増幅器の特性はドレインに接続された抵抗値あるいはソースに接続された電流源

の値によって決定する。

【0270】したがって前記並列に接続された抵抗体群や電流源群の値を変えることで差動増幅器の利得を変えることができる。

【0271】以上のように差動増幅器基本回路の特性を決定することができる。高周波アレイ部601bはディジタル回路におけるゲートアレイと同様に作成時に必要な配線のみを残して残りの部分を除去することで、任意の特性のものとするのが可能である。したがって高周波アレイ部601bは使用者の要求によってさまざまな特性のものとするため非常に汎用的な用途に使用可能である。

【0272】以上の説明は基本回路として差動増幅器を挙げたが、これは当然のことながら他の回路でも汎用的な用途に使用可能であるという効果は同様に分られる。

【0273】また基本回路を構成するFETあるいはバイポーラトランジスタ(BJT)に小電流用・中電流用・大電流用と3種類用意しておく。このように基本回路を構成することにより必要な電力に応じた基本回路を利用することで性能のよい無線機を構成することができる。このような高周波アレイ部601bの構成例を図47に示す。このような構成とすることにより、例えば受信部の初段の低雑音増幅器には小電力用のトランジスタを用い、また送信部終段の電力増幅器には大電力用のトランジスタを用いるといったことが可能になる。

【0274】次に受動アレイ部601cの構成について説明する。受動アレイ部601cはあらかじめ内部に定形型の受動基本回路が複数作り込まれている。

【0275】受動基本回路がフィルタである場合を例に以下説明をおこなう。フィルタはC、L、R等の受動部品により構成されるが、その振幅特性や位相特性は受動部品の定数によって決定される。そこでフィルタを図48のように構成する。図48に示すように一つのフィルタは、基本的に抵抗体群と容量群とインダクタ群からなる。このフィルタの特性はこれら抵抗体群・容量群・インダクタ群の抵抗値あるいは容量値あるいはインダクタ値によって決定する。したがって前記のように構成された抵抗体群・容量群・インダクタ群の値を変えることでフィルタの特性を変えることができる。

【0276】以上のようにフィルタ基本回路の特性を決定することができる。受動アレイ部601cはディジタル回路におけるゲートアレイと同様に作製時に必要な配線のみを残して残りの部分を除去することで、任意の特性のものとするのが可能である。したがって受動アレイ部601cは使用者の要求によってさまざまな特性のものとするため非常に汎用的な用途に使用可能である。なおここでは基本回路としてフィルタを例に挙げて説明したが、この基本回路を他の受動回路のおきかえたとしても本発明の有効性をなんら損なうものではない。

【0277】また、高周波アレイ部と受動アレイ部を揃

形に構成することで本発明はさらに有効に利用される。図49に高周波アレイ部と受動アレイ部とを櫛形構成とした場合を示す。前述したように高周波アレイ部を大電流用、中電流用、小電流用と3種類、用意した場合、それぞれの部分に必要な受動回路を最も近くに配置することができ、これによりそれぞれの配線を短くすることが可能となり、さらに高周波アレイ内部の干渉を最大限の効果で防ぐことが可能となる。

【0278】以上のように無線機を構成することにより、さまざまなシステムの各々の仕様にそれぞれ満足する無線機を1台の無線機で実現可能となり、非常に汎用的なものとするができる。さらに本実施例の無線機を利用することで、時分割でさまざまなシステムに対応した無線機を実現できる。具体的には、一方で自動車電話システムを用いて通信しながら、時分割で他方でデジタルコードレスシステムによって通信を行うというようなことが可能となり、本実施例の有効性が十分に発揮される。

【0279】以上は、もちろん従来のデジタルのDSPやゲートアレイ等と同一パッケージに搭載することにより、ベースバンド処理まで含めてすべての無線部の処理をおこなう1チップ無線機が構成可能となるのはいうまでもない。

【0280】つぎに図50に本発明に係るプログラマブル無線機のシンセサイザ部の一実施例を示す構成を示す。図50に示すように、このプログラマブル無線機のシンセサイザ部は、基準分周器621、位相比較器623、M分周器627、A分周器631、プリスケアラ633、デジタルループフィルタ625、VCO641、バッファアンプ群643、デジタルコントローラ629、アナログコントローラ645、記憶保持手段635より構成される。このうち基準分周器621、位相比較器623、M分周器627、A分周器631、プリスケアラ633は従来のシンセサイザを構成するものと同一のものである。従来のシンセサイザと異なり本実施例の特徴であるところのブロックは、デジタルループフィルタ625、VCO641、バッファアンプ群643、デジタルコントローラ629、アナログコントローラ645、記憶保持手段635である。

【0281】以下、それぞれのブロックについて説明を加える。まず、デジタルループフィルタ625は外部からの制御信号によってその特性を設定することが可能である。したがって使用者の要求にしたがって制御信号を与えることでループの自然周波数や制動係数を任意に設定できる。

【0282】また、VCO641は外部からの制御信号によってその特性を設定することが可能である。設定可能な特性は例えば制御感度であり、また中心周波数である。このようにVCO641を構成することによって使用者の要求にしたがって制御信号を与えることで特性を

任意に設定できる。

【0283】またバッファアンプ群643はその段数や利得、入出力インピーダンスを外部からの制御信号にしたがって設定することが可能である。

【0284】またデジタルコントローラ629は、デジタル動作を行う基準分周器621、位相比較器623、M分周器627、A分周器631、プリスケアラ633、デジタルループフィルタ625に対して制御信号を送出する役割を果たすものである。またアナログコントローラ645は、アナログ動作をおこなうVCO641、バッファアンプ群643に対して制御信号を送出する役割を果たすものである。また記憶保持手段635は外部から与えられた制御信号を一時保持しておくためのものである。

【0285】次にこのシンセサイザの動作について説明する。シンセサイザの特性を定める要素は次のようなものである。すなわち、VCO制御感度、中心周波数、バッファアンプの段数、利得、位相比較器感度、ループフィルタ定数、基準分周器分周数、M分周器分周数、A分周器分周数、プリスケアラ分周数、である。これらの設定はデータ入力端子より入力される。このうちVCO制御感度、中心周波数、バッファアンプの段数、利得はアナログコントローラ645を通してVCO641、バッファアンプ643に対して設定される。また、位相比較器感度、ループフィルタ定数、基準分周器分周数、M分周器分周数、A分周器分周数、プリスケアラ分周数はデジタルコントローラ629を通して設定される。

【0286】ところで、チャンネル設定等、常に変化する情報はデータ入力端子から随時入力する必要がある。これらは基準分周器分周数、M分周器分周数、A分周器分周数、プリスケアラ分周数である。また随時入力する必要がなく一度設定するとしばらくの間あるいは永久に変更の必要がない設定値も存在する。例えばVCOの制御感度や中心周波数、バッファアンプの段数や利得、位相比較器感度、ループフィルタ定数等はこのようなものである。そこでこれらの随時変更する可能性がない設定値は記憶保持手段635に記憶させておくことでいちいちデータ入力端子から入力する無駄が省けて能率の良いデータ設定が可能となる。またこの際、ループフィルタの定数や位相比較器感度等を、チャンネル設定時に変更することで周波数切替時間の高速化を図ることも可能である。

【0287】このようにプログラマブル無線機のシンセサイザ部を以上のように構成することによって使用者の要求するシンセサイザをデータを設定するだけで、任意かつ瞬時的に構成することが可能となる。

【0288】次に図51に本実施例に係るプログラマブル無線機の受信部の一実施例を示す構成を示す。

【0289】図51に示すように、このプログラマブル無線機の受信部は、ローノイズアンプ651、ハイパス

フィルタ653、ミキサ655、局部発振器657、バンドパスフィルタ659、復調部661からなる。

【0290】つぎにこの受信部の動作について説明する。基本的には入力された受信信号をローノイズアンプ651で増幅する。その後ハイパスフィルタ653を通してミキサ655に入力される。一方、ミキサ655には局部発振器657で発振された信号が同時に入力される。その結果ミキサ655の出力端には周波数変換されたIF信号が出力される。この出力はバンドパスフィルタ659に入力され、その後、復調部661で復調される。

【0291】ここで局部発振器657の発振周波数について説明する。従来例で述べたように従来の無線機では、常にIFは一定の周波数となるように局部発振周波数が選択される。しかしながら本実施例では、IFを可変とするとところに大きな特徴がある。すなわちIFはそのイメージが常に使用されていない周波数を選択するように決定される。以下に具体的に例を挙げて説明する。

【0292】たとえば、今受信したい所望周波数が870MHzであると仮定する。またあらかじめ何らかの手段によって、730MHzと70MHzが使用されていない周波数であるとわかっているとする。この場合、局部発振器は870MHzと70MHzの差の周波数であるところの800MHzを発振する。これによってIFは70MHzとなりイメージが存在しない。

【0293】また所望周波数が880MHzであると仮定する。また同様に何らかの手段によって、725MHzと72.5MHzが使用されていない周波数であるとわかっているとする。この場合、局部発振器は880MHzと72.5MHzの差であるところの周波数807.5MHzを発振する。これによってIFは72.5MHzとなるイメージが存在しない。

【0294】以上のように適当な周波数関係で局部発振周波数を選択することによって常にイメージの存在しない受信をおこなうことができる。実際には受信機は、使用していない周波数のリストを700MHz付近と70MHz付近でテーブルとして保持して、そのデータを参照しながら常にイメージの存在しない周波数関係のIFを選択する。一般的には所望周波数をFR、IFをFI、局部発振周波数をFLとしたとき、 $FL = |FR - FI|$

としてテーブルの周波数で使用されていない周波数が $(FR - 2FI, FI)$ となる組み合わせを選択すればよい。ただし、このとき当然のことながらバンドパスフィルタの中心周波数はFIに合わせて変化させる必要がある。

【0295】IFを可変とすることで次のような大きなメリットがある。すなわちIFは常にイメージがない周波数に選ばれるためハイパスフィルタ653に要求される使用は従来のものにくらべ格段に緩くなる。さらに3

dBの感度劣化を許容するのであればこのハイパスフィルタ653を省略可能であり、無線機の小型化の大きな助力となるものである。

【0296】なお以上説明した、無線機のシンセサイザ部及び受信部は先に説明した図44に示すプログラマブル無線機を利用することで外付けの部品等一切なしに簡単に実現可能であり、またこのプログラマブル受信機は外部より与えられる制御信号により無線機の構成を所定の無線通信システムとして使用することを可能としている。

【0297】複数の無線通信システムが混在する地域ではこれらの無線通信システムの中でもっともその端末に適したシステムを選択して、端末無線機の構成を選択したシステムの仕様に合致するようプログラムをして通信を行うようにする。

【0298】以下図面を使ってプログラム用の制御信号を生成する方法を詳細に説明する。

【0299】図52は本実施例を説明するためのシステム概念図である。図53は図52における複数の無線通信システムが使用する周波数帯域を模式的に示した図である。図52では互いに異なる仕様の3つの無線通信システムが混在している。

【0300】第1の無線通信システムは周波数帯は5GHz帯、多重方式はFDMAであり、比較的サービスエリアは比較的小さい。第2のシステムは2GHz帯、CDMAであり、サービスエリアは大きい。第3のシステムは800MHz帯、RDMAであり、中程度のサービスエリアである。

【0301】各々の基地局ではその基地局がサービスを提供しているゾーンに、このゾーンでは自局のサービスしているシステムが何であるかを通知するためのシステム通知専用チャンネルで端末に向かって通知する。本実施例では800MHz帯の第3の無線通信システムの下帯域を専用チャンネルとして割り当て、FM方式によって伝送を行う。

【0302】端末A(679)ではこのチャンネルを常時監視してどの通信システムによって通信を行うのかを決定する。端末Aは第1の通信システムから第3の通信システムすべてにおいて通信を行うためのIDを有している。端末Aは各システムにおける料金体系の相違により、第1の通信システム・第3の通信システム・第2の通信システムの順に優先順位を有する。

【0303】端末Aではこの優先順位と基地局から通知されてくる通信可能なシステムを照らし合わせて、どのシステムにより通信を行うかを決定する。端末Aは通信開始時は第2の通信システムのみ通信が可能なゾーンにいる。システム通知チャンネルにより第2の通信システムが通信可能であると認識した端末Aは2GHz帯に無線部をプログラムし、CDMA多重方式で所定の第2の無線通信システムの仕様に合致するように信号処理部をプ

53

ログラムする。そののち、基地局 671 と通信を開始する。

【0304】端末 A では常時システム通知チャンネルを監視している。端末 A は移動端末であり、第 3 の無線通信システムが通信可能となるゾーンに移動する。ここで移動端末 A はシステム通知チャンネルにより、第 3 の通信システムが通信可能であることを認識して、自身の通信可能な通信方式の中でいずれのシステムが優先順位が高いかを比較して通信を行うシステムを決定する。b 点において、端末 A は第 3 の通信システムと第 2 の通信システムと通信が可能であるが、優先順位は第 3 の通信システムが高いため、第 2 の通信システムから第 3 の通信システムへの切り換えを行う。

【0305】つまり、第 2 の通信システムに対して、これより第 3 の通信システムへ移行することを報知する。次に第 3 の通信システムの仕様に合わせ、無線機を 800 MHz 帯の構成とし、通信方式を TDMA の仕様となるようプログラムする。さらに、第 3 の通信システムとの接続を行い、通信を開始する。

【0306】c 点では第 3 の通信システムのゾーン外へ出てしまうため、そのゾーンで通信可能である第 2 のシステムに再度切り換えを行う。

【0307】ここでは、異なったシステム間での切り換えは、各システム基地局による分散制御、または各システムごとによる各々の制御、またはこの複数の無線システムを統括して管理する統括局による制御などによって行われ、システムの切り換えによる通信の瞬断は起きない。

【0308】各々のゾーンで通信可能であることを知らしめるシステム通知チャンネルは各々の通信ゾーンよりも若干広いゾーンをとることによって、その電界強度、測距により、あとどのくらいの距離を移動すると所定のシステムが通信可能になるかを知ることにも可能である。

【0309】また、移動端末自身が例えば GPS、方位センサ、走行距離センサ等により自分の位置を検出する機能を有し、その位置情報を基づいて基地局または端末自身のもつ位置対通信可能システムのテーブルを参照することにより、より正確にどの位置でどのシステムでの通信が可能であるかを検値して、その仕様に合わせた無線機にプログラムを行うことをすればより確実となる。

【0310】この様にそれぞれの無線システムに合わせて無線機をプログラムすることにより、端末の位置により通信不可能となることを軽減でき、また、それぞれの端末に最も適するシステムを選択することで、より低料金での通信が可能となる。

【0311】以上説明したように、本実施例では

(1) 外部から与える制御信号によって無線機の特性を任意のものとする事が可能であるため、さまざまな仕様を満足する無線機を 1 台の無線機で実現することが可能となる。また、時分割で本実施例による無線機を用いる

54

ことでさまざまなシステムに対応して同時に通話を行うことが可能となる。

【0312】また 1 つの無線機で非常に汎用的なプログラマブル無線機を実現することが可能となる。また無線機を 1 チップで実現できるため無線機の小形化に大いに貢献する。

【0313】(2) 外部から与える制御信号によって無線機のシンセサイザ部の特性を任意のものとする事が可能であるため、使用者の要求によってさまざまな特性のシンセサイザを瞬時に生成することが可能となる。したがって従来 VCO を複数必要としていた場合にもその必要がなくなり、無線機の小形化に貢献できる。またこの技術を用いることでシンセサイザの周波数切替時間の高速化も可能となる。

【0314】(3) 外部から与える制御信号によって IF を任意に設定できることが可能あるために、常にイメージのない IF を用いることができる。そのためイメージ抑圧用のフィルタが不要となり、無線機の小形化に大きな助けとなる。

【0315】以下、本発明に係る一実施例（請求項 10 に対応）を図 57 乃至図 63 を参照して説明する。以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図 57 は、本発明の第 1 実施例に係る固定回線網に接続された基地局とその基地局のゾーン内に位置する移動無線端末局との通信を示す図である。同図に示すように、固定回線網に接続された基地局 701 と移動無線端末局 705 a、705 b、…、705 e、が通信する場合、移動無線端末局 705 a は、基地局 701 との最短距離内に他の移動無線端末局が存在しないので、移動無線端末局 705 a は、基地局 701 まで到達可能な電力（通話可能ゾーン a）で通信を行う。

【0316】また、移動無線端末局 705 e が基地局 701 と通信を行う場合、基地局 701 との最短距離内に他の移動無線端末局 705 d が位置しており、移動無線端末局 705 e は、無線中継局に指定された最短距離に位置する移動無線端末局 705 d まで到達可能な電力（通話可能ゾーン e）で通信を行う。無線中継局に指定された移動無線端末局 705 d は、受け取った移動無線端末局 705 e の情報を空きチャンネルに乗せて、自らが送出する情報と同時に次の無線中継局に指定された最短距離に位置する移動無線端末局 705 c まで到達可能な電力（通話可能ゾーン d）通信を行う。

【0317】次に無線中継局に指定された移動無線端末局 705 c は、受け取った移動無線端末局 705 e 並びに移動無線端末局 705 d の情報を空きチャンネルのにせて自らが送出する情報と同時に次の無線中継局に指定された最短距離に位置する移動無線端末局 705 b まで到達可能な電力（通話可能ゾーン c）で通信を行う。

【0318】次に無線中継局に指定された移動無線端末局 705 b は、受け取った移動無線端末局 705 e、移

動無線端末局705d、移動無線端末局705cの情報を空きチャネルに乗せて、自らが送出する情報と同時に、基地局701までの最短距離内に他の移動無線端末局が存在しないので、基地局701まで到達可能な（通話可能ゾーンb）で通信を行う。この場合、基地局701のゾーン内に位置する全ての移動無線端末局705は、基地局701により放射電力の指定を受けることになる。

【0319】図58は、本実施例の応用例を説明する図である。移動無線端末局（PS1）705aは、固定回線網に接続された基地局701aと最短距離経路に通信を妨害する障害物が存在するために、従来は圏外表示により通話不可能状態か、もしくは大電力送信をして、基地局701bと通信を行うしかなく、通話時間の短縮を余儀なくされていた。本実施例では、移動無線端末局705aの近傍に他の移動無線端末局705bが存在するような場合、移動無線端末局705bを無線中継局として利用し、移動無線端末局705bまで到達可能な電力（通話可能ゾーンa）で通信を行うことができる。無線中継局に指定された移動無線端末局705bは、移動無線端末局705aの情報を受け取り、空きチャネルに乗せて、自らが送出する情報と同時に基地局701aに到達可能な電力（通話可能ゾーンb）で通信を行う。その結果、移動無線端末局705aの低消費電力化が図れる。

【0320】図59は、本実施例の他の応用例を説明する図である。図59を参照するに、移動無線端末局705cが固定回線網の接続された基地局701と本実施例の方式で通信を行う場合、移動無線端末局705cと基地局701との最短距離内に位置する他の移動無線端末局705bを無線中継局として利用したいが、移動無線端末局705bに空きチャネルが存在しないか、もしくは何らかの事情で無線中継局になりえない場合は、移動無線端末局705bの次に移動無線端末局705cに近い位置にある他の移動無線端末局705aを無線中継局として利用し、移動無線端末局705cは、移動無線端末局705aまで到達可能な電力（通話可能ゾーンc）で通信を行う。また、無線中継局に指定されなかった移動無線端末局705bも、同様に移動無線端末局705aを無線中継局として利用し、移動無線端末局705aまで到達可能な電力（通話可能ゾーンb）で通信を行う。移動無線端末局705b、移動無線端末局705cの情報を受け取った移動無線端末局705aは、空きチャネルにそれらの情報を乗せて、自らの情報と同時に基地局701まで到達可能な電力（通話可能ゾーンa）で通信を行う。

【0321】図60は、固定回線網に接続された基地局と、その基地局のゾーン内に存在する移動無線端末局と通信を行う際に、指向性を有するアンテナを用いた場合の実施例である。

【0322】図60を参照するに、固定回線網に接続さ

れた基地局701は、その基地局701のゾーン内に位置する全ての移動無線端末局の位置（方角及び距離）を常時把握しており、移動無線端末局705cが無線中継局を利用して基地局701と通信する際に、移動無線端末局705cに対し、基地局701は、無線中継局に指定した移動無線端末局705bの方角と通信に必要な送信電力を指示する。その指示に従い、移動無線端末局705cは、移動無線端末局705bの方角に指向性アンテナのビームを形成し通信を行う。

【0323】また、無線中継局に指定された移動無線端末局705bにも基地局701から移動無線端末局705cの位置する方角を指示し、移動無線端末局705bは、その指示方向に指向性アンテナのビームを形成し受信待機状態となる。同様に、移動無線端末局705cから受け取った情報と自らの情報とを空きチャネルに乗せて、基地局701から指定された次の無線中継局である移動無線端末局705aの方角に指向性アンテナのビームを形成し、指示された送信電力で通信を行う。また、無線中継局に指定された移動無線端末局705aにも基地局701から移動無線端末局705bの位置する方角を指示し、移動無線端末局705aは、その指示方向に指向性アンテナのビームを形成し受信待機状態となる。

【0324】移動無線端末局705b、移動無線端末局705cの情報を受け取った移動無線端末局705aは、同様に基地局701から指定された基地局701の方角に指向性アンテナのビームを形成し、指示された送信電力で通信を行う。これにより、通信に必要な電波の不要な方向への放射が防げ、同一ゾーン内でも同一周波数の繰り返し使用も可能となる。

【0325】図61は、移動無線端末局が、道路上に位置したような線上配列状態の時の通信方法を説明する図である。図61を参照するに、線上に配置された移動無線端末局705a、移動無線端末局705b、移動無線端末局705cが固定回線網に接続された基地局701と通信を行う場合、移動無線端末局705cの進行方向か、もしくは進行方向の真後ろに、無線中継局となり得る他の移動無線端末局が存在することが明らかなので、移動無線端末局705cは、基地局の方向の道路沿いに指向性アンテナのビームを形成し、情報を送信する。

【0326】移動無線端末局705bは、基地局701から無線中継局であることを予め指定されており、移動無線端末局705cの位置が、自分の前方か後方かを知っているので、指向性アンテナのビームを予め後方に向けておき受信する。無線中継局に指定された移動無線端末局705bは、移動無線端末局705cの情報と自らの情報を空きチャネルに乗せて、次の無線中継局に指定された移動無線端末局705aに情報を送信するが、この場合も、進行方向かその逆方向の道路沿いに指向性アンテナのビームを形成し通信を行う。

【0327】移動無線端末局705aは、基地局701

57

から無線中継局であることを指定されており、移動無線端末局 705b の位置が、自分の前方か後方かを知っているので、指向性アンテナのビームを予め後方に向けておき受信する。移動無線端末局 705a は、次の無線中継局が存在しないことと、基地局 701 の方向を知らされており、移動無線端末局 705b は、基地局 701 の方向に指向性アンテナのビームを形成して通信を行う。

【0328】図 62 は、本無線中継方式を実現する上での通信方法の一例である。図 62 を参照するに、この例では固定回線網に接続された基地局 701 とその基地局 701 のゾーン内に位置する複数の移動無線端末局 705a、705b を無線中継局として使用する場合のアップリンク方法を CDMA 通信方式と限定している。移動無線端末局 705c は、通信情報 Inf3 を無線中継局である移動無線端末局 705b に送信する。この時のスペクトラムを同図に示している。移動無線端末局 705b は、受け取った通信情報 Inf3 に自らが送信する情報 Inf2 を重ね合わせ、同一周波数で次の無線中継局である移動無線端末局 705a へ送信する。この時のスペクトラムを同図に示してある。移動無線端末局 705a は、受け取った通信情報 Inf3 及び情報 Inf2 に自らが送信する情報 Inf1 を重ね合わせ、同一周波数で基地局 701 へ送信する。その時のスペクトラムを同図に示してある。移動無線端末局 705a、移動無線端末局 705b、移動無線端末局 705c が送出した各情報 Inf1、Inf2 及び情報 Inf3 は、それぞれ CDMA 方式により直交符号で区別が可能なので重ね合わせて同一周波数での受信が可能となる。

【0329】以下、本発明に係る一実施例（請求項 11 に対応）を図 64 乃至図 65 を参照して説明する。図 64 は、無線通信システムにおける、基地局と移動局が互いに鋭い指向性のビームによる送受信を行う移動体通信システムの構成を示すものである。図 64 において、基地局 801A は、任意の幅の指向性のビームを放射し、或いは鋭い指向性及び無指向性のビームを放射することができるアンテナ 803A を具備し、送受信状態にある移動局 801B に対し、鋭い指向性のビームにより送受信を行う。これに対し移動局 801B も、任意の幅の指向性のビームを放射し、或いは鋭い指向性及び無指向性のビームを放射することができるアンテナ 803B を具備し、基地局 801A に対して同じく鋭い指向性のビームにより送受信を行う。

【0330】基地局 801A と移動局 801B は、通信の初期段階及び一定時間毎に一回、幅の広いビーム若しくは無指向性のビームによる送受信を行い、鋭いビームの送受信に対する第 1 の伝送路以外の第 2、第 3 の伝送路を確保するようにする。例えば、前記基地局 801A において（移動局 801B でも良い）、第 1 の伝送路の状態と第 2、第 3 の伝送路の状態とを比較することにより、最適な伝送路を選択し伝送路を切り替える。すなわ

58

ち基地局 801A と移動局 801B は、それぞれ鋭い指向性のビームを放射する方向を変えることにより、常に最適な送受信状態を維持することができる。また、この一定時間としては、好ましくは伝送速度に応じて設定されると良く、例えば 200Kbps の場合、5msec 程度となる。また、TDMA 等の時分割多重の場合には、分割と同期を取ることで、データ毎に幅の広いビーム若しくは無指向性のビームによる送受信を行い、通信品質を確保することが出来る。これは他の分割多重についても同様に適用できるものである。

【0331】図 65 は、図 64 に示した移動体通信システムにおいて基地局 801A における処理の流れを示すものである。まず、通信の開始に先立って、基地局 801A 及び移動局 801B は、それぞれ幅の広い指向性のビームを放射し、これにより最適な伝送路を検出し、鋭い指向性のビームによる通信を開始する。

【0332】次に、基地局 801A においては鋭い指向性のビームによる送受信時間に対して一定時間毎に一回、幅の広い指向性のビームを放射する（ステップ S1）。次に移動局 801B においても鋭い指向性のビームによる送受信時間に対して一定時間毎に一回、幅の広い指向性のビームを放射する（ステップ S2）。ここで、移動局 801B と基地局 801A が幅の広いビームを放射する時刻は一致しているものとする。

【0333】基地局 801A においては、移動局 801B の幅の広いビームによる電波を受信し、受信した電波の全ての伝送路を推定する（ステップ S3）。これによって、基地局 801A は従来の第 1 の伝送路以外の第 2、第 3 の伝送路の存在を知ることができる。ここで基地局 801A は、第 1 の伝送路と第 2、第 3 の伝送路の伝搬特性を比較し（ステップ S4）、最適な伝送路を知ることができる。

【0334】最適な伝送路を知った基地局 801A は、最適な伝送路の方向を移動局 801B に告知し（ステップ S5）、基地局 801A と移動局 801B は同じ時刻に最適な伝送路の方向へと鋭い指向性のビームの向きを切り換える（ステップ S6）。この処理を繰り返すことにより、常に最適な伝送路状態を維持することができる。

【0335】尚、本実施例では、基地局で処理する場合について説明したが、本発明は移動局において上記と同様な処理を行った場合にも適用されるものであり、この場合も同様の効果が得られることは明らかである。また、基地局と移動局が互いに鋭い指向性のビームによる送受信を行う移動体通信システムについて述べたが、移動局と移動局との間でお互いに鋭い指向性のビームによる送受信を行う場合についても、上記システム構築すれば同様に最適な送受信状態を維持することが可能であることは明らかである。

【0336】以上、説明したように本発明によれば、送

受信可能な基地局と送受信可能な移動局が、常に最適な送受信状態を維持しつつ、お互いに鋭い指向性のビームによる送受信を行うことができる。これにより、電力の消費を抑えることができ、かつ他の通信との干渉を極力防ぐことが可能となる。

【0337】以下、本発明に係る一実施例（請求項12に対応）を図66乃至図67を参照して説明する。図66において固定局821と移動局831との間の通信を説明する。固定局821は移動局831に対して無指向性アンテナ823を用いて制御信号を送信する。移動局831は無指向性アンテナ833を用いて固定局821からの制御信号を受信し、無指向性アンテナ6を用いて固定局821に対して制御信号を送信する。

【0338】固定局821は移動局831からの制御信号を無指向性アンテナ823によって受信しビーム径及び放射方向が可変な単一指向性のアンテナ825を用いて前記制御信号以外の信号を移動局831に対して送信を行う。移動局831は無指向性アンテナ833を用いて固定局821からの制御信号以外の信号を受信し、無指向性アンテナ823を用いて制御信号以外の信号を送信する。固定局821はアンテナ823を用いて移動局831から制御信号以外の信号を受信する。ビーム径及び放射方向が可変な単一指向性アンテナ825を用いることにより、通信容量の増加がはかれる。

【0339】図67を参照して、固定局841による移動局846の監視について説明する。移動局846から任意の固定局841、842、…に対し、通信路の開設を要求する制御信号を無指向性のアンテナから送信する。各固定局841、842、…は、受信した制御信号の強度を、自局と隣接する固定局で受信された制御信号の強度とそれぞれ比較してゆき、受信強度に関する序列をつくる。最も受信信号の強度の高い局841は移動局846の間に通信路を設定し、さらに2番目、3番目の受信強度の固定局を監視局として決定する。監視局（ここでは基地局842）は移動局846の状態若しくは通信路の状態を監視する。

【0340】監視局の数は通信路を設定した固定局を含めて少なくとも3局あればよいが、さらに多くても構わない。また、3つ以上の位置が自明な固定局による監視により、移動局846の位置を特定でき、さらに、監視を複数回行うことで、移動局846の移動する方向、速度を推定し、さらに次の時点における移動局846の位置を推定し、この位置を基に通信路の切り換えを行うことにより移動局846との通信路を設定する固定局の切り換えをスムーズにする。

【0341】以下、本発明に係る一実施例（請求項13に対応）を図68乃至図80を参照して説明する。以下、本発明の一実施例を図面に基づいて説明する。図68は周波数軸上で本実施例の動作を説明する図である。図68を参照するに、動画像放送チャンネルの様な本来広

帯域の信号で時間的に数の変動が少ないチャンネル（広帯域拡散信号）cは割当周波数を十分に使用してCDMAで多重する。一方、音声データの様な本来狭帯域で時間的に数の変動が激しいチャンネル（狭帯域拡散信号）aについては、広帯域拡散信号や同一周波数を使用する同様のチャンネルからの干渉に耐え得る拡散利得を持つ帯域に拡散し、CDMAで多重する。

【0342】例えば伝送路上に広帯域拡散信号しか存在しないような場合、図中 f_1 と f_2 では狭帯域拡散信号帯域での干渉電力が異なる。CDMAでの多重数は、自信号の強度と他の干渉信号の強度で決定されるので、干渉電力の少ない f_1 においては f_2 に比べ狭帯域拡散信号の多重数を多くとることが可能である。ここで干渉信号強度の測定方法の例として、一定帯域内に含まれる電力を測定する方法と逆拡散後の信号に含まれる干渉成分を測定する方法などが挙げられる。逆にこの様な制御を行うことによって、全帯域の電力密度の分布は均等もしくは、逆拡散後の全信号の干渉電力が最小となる様な分布となり、割り当てられた周波数を有効に利用することが可能となる。

【0343】次に、アンテナ指向性の利得制御による受信電力のコントロールについて説明する。CDMAにおいては各チャンネルの送信電力が一樣なときにチャンネル数を多くとることが可能となる。図69に示すように基地局901のアンテナが一樣な指向性Aを持つ場合、基地局901において移動局905からの各チャンネルの電力が同じになるようにするためには移動局905において強力な送信電力制御を行う必要がある。ここでフェージングの様な変動の激しい電波環境で、この変動に誤差なく送信電力制御を行う事は非常に困難であり、また各チャンネルの電力に差を生じることによってチャンネル容量の劣化をきたす。

【0344】一方、図70に示すように各チャンネルの受信電力を基地局側で制御する方法を考える。図70において、移動局905に対して大きな干渉を与えている移動局907があると仮定する。この時基地局901はアンテナ指向性Bを移動局907方向のアンテナゲインを小さくするように変化させることで、移動局907の干渉電力を抑えることが可能となる。この制御は、基地局901が移動局905の送信電力制御を行う方法よりも高速で、しかも受信側で制御を行うために誤差も少なく、高容量のCDMAシステムを実現することが可能となる。

【0345】図71は、以上のような通信システムを実現するための基地局の一実施例を示したものである。指向性アンテナ941で受信された信号は受信機944、周波数軸上電力密度測定器945、測距装置946に入力される。受信機944に入力された信号のうち移動局からの情報信号は移動局電力密度情報信号として基地局コントローラ942へ入力される。同様に基地局での電

61

力密度信号も基地局コントローラ942へ入力される。一方、基地局コントローラ942は他セルの基地局コントローラ943とも電力密度情報を共有しており、これら全ての情報から基地局コントローラ942は使用する周波数を決定し、中心周波数割当信号として送信機947から移動局へ送信する。更に基地局コントローラ942は複数の基地局の測距結果から、移動局の位置を推定し、該当移動局の受信信号強度との兼ね合いによってアンテナ指向性コントロール信号を出力し、アンテナの指向性を所望の特性に変化させる。

【0346】図72は移動局の一実施例を示したものである。指向性アンテナ951で受信された信号は、受信機953、周波数軸電力密度測定器954に入力される。受信機953に入力された信号のうち基地局からの情報信号は、移動局コントローラ952に入力される。移動局は同時に電力密度も測定し、移動局電力密度情報信号として移動局コントローラ952に入力される。移動局コントローラ952は基地局からの制御信号により上りチャンネル、下りチャンネルの周波数設定信号を受信機953、送信機955に送る。同時に基地局の位置情報から移動局アンテナ951の指向性を求め、アンテナ指向性コントロール信号によってアンテナ951の指向性を設定する。更に移動局の電力密度等の情報を移動局情報信号として基地局に送信する。

【0347】次に図73に示すように、中心周波数の割り当て後同一の周波数に重畳された狭帯域拡散信号は、それぞれの信号電力を均一に制御することによって、よりチャンネル多重数を増加することが可能となる。そこで、基地局及び移動局の送信電力の制御を行うことで、受信信号電力を均一にする。またこの送信電力制御とアンテナ指向性による受信電力制御の組み合わせによってもこれを実現できる。

【0348】図74、図75、図76、図77にそれぞれ示すように、CDMA方式においてチャンネル間での受信電力の差は逆拡散後の信号の強度差につながる。従って、制御チャンネル等の重要なチャンネルgは信号電力が大きくなるように重み付けすることで、安定度の高い無線通信システムを提供できる。なお、信号電力の重み付けはプロセスゲインを変化(図77参照)させることによっても可能である。

【0349】図78に示すように、複数チャンネルのうち最初に通信回線を開くための初期通信制御チャンネルやテレビ、ラジオ等の放送チャンネルCは、無指向性アンテナで送信して制御の煩雑さを減少させ、音声データやコンピュータデータ等の双方向信号チャンネルDでは、指向性アンテナを使用することで電波ビームの方向を定め、他のチャンネルに対する干渉を減少させる一実施例である。

【0350】図79は信号を拡散する符号を用いて移動局の位置を測距によって求めることを示す一実施例である。移動局905の位置は最低3箇所の基地局901で

62

測距をおこなうことで求めることが可能であるが、さらに多数の基地局901で測距を行い位置精度を向上させることができる。求めた位置情報は、アンテナ指向特性を制御するために使用する。

【0351】さらに図80に示すように、多数の基地局901の測距によって正確に得られた移動局905の位置情報と、移動局と通信を行っている基地局901の測距の結果の差はマルチパスEの様な伝送路状態に関係するので、これらの誤差から反射物の位置や遅延時間を求めて等化器の情報として使用する。

【0352】以下、本発明に係る一実施例(請求項14に対応)を図81乃至図85を参照して説明する。図81は基本構成例を示す概念図である。図81では移動局1005が基地局1001と通話している状態を示す。本実施例では基地局のビーム111から113を回転させて通話を行なう。例えば移動局1005a、移動局1005b、移動局1007は基地局1001から見たとき同一方向にある。したがってこれらの移動局に対しては異なるビームの長さ(r_1 , r_2 , r_3)と異なる周波数(f_1 , f_2 , f_3)を割当てることにより干渉を起こすことなく通信を行うことができる。

【0353】また、本実施例は、ビームaはビーム巾が3つのビームのうち最大であり、ビームb, cと順に細くなることを示している。これは、例えば移動局1005cの見かけ上の移動速度は移動局1005aの移動速度に対してゆっくりであるため、基地局1001から遠い方はビームを絞っても制御上差し支えないとの考えからである。

【0354】また、本実施例は基地局から見て同一方向にない移動局に対して、その移動局の基地局からの距離に応じて決まる周波数を割当てることにより通話を行うことを示す。例えば、移動局1005dは基地局1001からの距離がビームaの長さ r_1 以内であり、基地局1001から見たとき他にビームaのもつ周波数 f_1 で通話している移動局1005aと同一方向にないことから、 f_1 を用いて移動局1005aと時間的にタイミングを分けて基地局1001と通信することができる。

【0355】また、本実施例ではビームa, b, cが連続的に回転することにより各移動局と時分割多重通信を行うことを示す。図82にビームa, b, cの回転速度を角速度一定にしたときと、図83に線速度を一定にしたときのスロットの長さを比較して示す。図82においてスロットonとなっているときには図81の移動局1005a、移動局1005b、移動局1007の各移動局が通話しているときを示すものとする(ここでスロットの長さとは(指向性アンテナの回転角速度)×(基地局と移動局との間の距離)である)。図82においてスロットoffとなっているときには、上記以外の移動局と通話できる区間である。図82(a)に示したように指向性アンテナの回転角速度を一定とし、アレー巾を考

慮するとスロットの長さは基地局からの距離が長い程短くなる傾向がある。これはトラフィックが基地局付近に増大したときに対応が困難となるため望ましくない。

【0356】従って、図83に示すように各ビームにおいてスロットの長さが一定となるようにビーム巾と基地局からの距離によって各々の角速度を独立に決めることによって、移動局端末の回路の複雑化を防ぐことができる。

【0357】本発明に係る他の実施例を図84に示す。これは、移動局1007の速度に応じてビーム幅を可変にする概念図である。基地局が指向性アンテナを用いて通信する場合には、現在通信している移動局1007を追尾することが必要である。このとき、安定して追尾するためには移動局の速度に応じてビーム巾を可変にするのが周波数の空間的利用効率並びに移動端末の回路規模の双方の観点から望ましい。例えば図84の移動局1007aは低速なためビームを細くし、移動局1007bは高速なためビームを太くするとよい。

【0358】本発明に係るさらに他の実施例を図85に示す。これは移動局が指向性アンテナを用いて呼接続を行う場合の一実施例である。一般に通話チャンネルでは移動局は通話すべき基地局の位置が判るため指向性を常に基地局の方向に制御すればよいが、通話を開始する際には所望の基地局がどの方向にあるのかを判別することが必要である。本実施例では移動局は指向性アンテナを回転させることにより、基地局の方向をサーチする。このとき発呼する方向が移動局から見たとき常に同一方向でないように発呼タイミングを制御することが必要である。

【0359】図85では回転速度を一定にして発呼の周期をランダムにした場合の実施例である。図85(a)の移動局1001は発呼周期が $\omega/2\pi$ の1/(整数)倍である。このときOP₀の方向にしか発呼できない。 $\omega/2\pi$ の整数倍のときも同様である。図85(b)の移動局1002はランダムな周期で発呼した場合の実施例である。発呼周期を一定としてビームの回転速度を可変にしても同様である。またビル等の障害物が近くにある場合、障害物の付近では回転方向を逆にして障害物を避けることも有効である。

【0360】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれば、間欠的に周囲を走査して、最も強い電界強度が受信された方向に、主ビームの方向を切替えるので、移動体の受信環境に対応して主ビームの方向を修正することができる。また、指向性切り替えに際して、過去の履歴に基づいて、次の切り替え先指向性を予測できるため、主ビームの指向性切り替えに伴って必要となる手続を主ビームの指向性切り替え要求の発生に先だって開始できる。

【0361】以上説明してきたように、本発明によれば

ば、移動局からの通信に係る情報に応じて無指向性アンテナと指向性アンテナとを適宜選択して使用するようになっているので、より柔軟に移動局の状態、電波環境の変化などに対応可能で効率の良い無線通信を行えるという効果がある。

【0362】以上説明したように、本発明によれば、各基地局からの送信信号の遅延時間が適当な遅延量となるように送出タイミングを調整するので、移動局での受信品質を向上することができる。

10 【0363】以上説明してきたように、本発明の無線通信システムにおいては、端末局が検出した位置情報に基づいてビームの方向・幅・強度を決定することで、マルチパス等の伝送路の条件に左右されることなく、高指向性ビームを用いた安定な通信を行うことが可能である。

【0364】以上説明したように、本発明によれば超伝導材の変移点を監視し、さらに変移状態を保持するための回路を設けたことにより、より小さな駆動回路によってスイッチ動作を行うことができる。

20 【0365】以上説明したように、本発明では外部から与える制御信号によって無線機の特性を任意のものとすることが可能であり、さまざまな仕様を満足する無線機を1台の無線機で実現することが可能となる。

【0366】以上説明したように、本発明の無線中継方式を実現すると、固定回線網に接続された基地局から遠い移動無線端末局でも、基地局へ到達する電力で通信を行わずに済む以上説明したように本発明によれば、送受信可能な基地局と送受信可能な移動局が、お互いに鋭い指向性のビームによる送受信を常に最適な送受信状態で行うことができる。

30 【0367】以上説明したように本発明によれば、ユーザの増加に対する十分な通信容量の確保と品質の良い通信が実現できる。

【0368】以上説明したように本発明の無線通信システムにおいては、受信信号に対する干渉が全体的に小さくなるように最適に制御され、また空間的にも干渉の起こる範囲が狭められるため、周波数利用効率の良い無線通信システムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る一実施例を示す図である。

40 【図2】自動車電話機の高速道路内での使用状態を示す図である。

【図3】高速道路上の主ビームの配置を示す図である。

【図4】交差点に配置された主ビームを示す平面図である。

【図5】交差点に配置された主ビームを示す立面図である。

【図6】分岐路に配置された主ビームを示す図である。

【図7】本発明による無線通信システムの実施例を説明するための図である。

50 【図8】本発明による無線通信システムの実施例を説明

するための図である。

【図9】本発明による無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図10】本発明による無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図11】従来の無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図12】従来の無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図13】従来の無線通信システムの実施例を説明する 10 ための図である。

【図14】従来の無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図15】従来の無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図16】本発明の第1の実施例を説明するための図である。

【図17】本発明の第1の実施例を説明するための図である。

【図18】本発明の第1の実施例を説明するための図で 20 ある。

【図19】本発明の第1の実施例を説明するための図である。

【図20】移動局の位置検出の位置方法を説明するための図である。

【図21】光ファイバ網を用いた複数数基地局への信号の伝送を説明するための図である。

【図22】複数基地局からの送信出力を制御する場合を説明するための図である。

【図23】複数基地局からの送信出力を制御する場合 30 を説明するための図である。

【図24】複数基地局からの信号の遅延時間差のばらつきを説明するための図である。

【図25】本発明による無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図26】本発明による無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図27】本発明による無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図28】本発明による無線通信システムの実施例を説 40 明するための図である。

【図29】本発明による無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図30】本発明による無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図31】本発明による無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図32】本発明による無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図33】本発明による無線通信システムの実施例を説 50

明するための図である。

【図34】本発明による無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図35】本発明による無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図36】本発明による無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図37】本発明による無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図38】本発明による無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図39】本発明による無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図40】本発明による無線通信システムの実施例を説明するための図である。

【図41】従来の無線通信システムを説明するための図である。

【図42】本発明のスイッチの一実施例の構成を示す図である。

【図43】従来のスイッチの構成を示す図である。

【図44】本発明に係る移動無線端末局を使用した無線中継通信方式を説明する図である。

【図45】本発明に係る移動無線端末局を使用した無線中継通信方式での障害物を避けて通信を行う応用を説明する図である。

【図46】本発明に係る移動無線端末局を使用した無線中継通信方式での無線中継状況を説明する図である。

【図47】本発明に係る指向性アンテナを用いて移動無線端末局同士、若しくは基地局との通信方式を説明する 30 図である。

【図48】本発明に係る実施例で、道路上に列状に並んだ車載型移動無線端末局における無線中継通信方式を説明する図である。

【図49】本発明に係る通信方法で、無線中継局に指定された移動無線端末局も含む、移動無線端末局からのアップリンクの通信方式にCDMA方式を用いたときの周波数軸上のスペクトラムを示す図である。

【図50】従来の移動無線端末局と固定回線に接続された基地局とが通信する場合のゾーン構成を示した図である。

【図51】従来の移動無線端末局と固定回線に接続された基地局とが通信する場合のゾーン構成を示した図である。

【図52】従来の移動無線端末局と固定回線に接続された基地局とが通信する場合のゾーン構成を示した図である。

【図53】従来の移動無線端末局と固定回線に接続された基地局とが通信する場合のゾーン構成を示した図である。

【図54】従来の移動無線端末局と固定回線に接続され

た基地局とが通信する場合のゾーン構成を示した図である。

【図55】従来の移動無線端末局と固定回線に接続された基地局とが通信する場合のゾーン構成を示した図である。

【図56】従来の移動無線端末局と固定回線に接続された基地局とが通信する場合のゾーン構成を示した図である。

【図57】本発明に係る実施例の通信状態を示す図である。

【図58】本発明に係る実施例の応用例を示す図である。

【図59】本発明に係る実施例の応用例を示す図である。

【図60】本発明に係り、指向性を有するアンテナを使用した場合の実施例を示す図である。

【図61】本発明に係り、端末局が線上配列状態のときの通信方法を説明する図である。

【図62】本発明に係る無線中継方式を実施するための通信方法を説明する図である。

【図63】従来の通信方式を説明するための図である。

【図64】本発明の一実施例に係る移動体通信システムの構成図である。

【図65】本発明の一実施例に係る基地局における処理の流れを示す図。

【図66】固定局と移動局との通信を説明するための図である。

【図67】固定局による移動局の監視を説明するための図である。

【図68】本発明による周波数軸上でのチャネルの割当を示した図である。

【図69】無指向性アンテナの方向による受信強度を示す模式図である。

【図70】アンテナ指向性による受信電力制御を示す模式図である。

【図71】本発明に係る基地局の一実施例の構成を示すブロック図である。

【図72】本発明に係る移動局の一実施例の構成を示すブロック図である。

【図73】本発明の一実施例を示す図である。

【図74】本発明における信号の重み付け方法を示す一実施例を示す図である。

【図75】本発明における信号の重み付け方法を示す一実施例を示す図である。

【図76】本発明における信号の重み付け方法を示す一実施例を示す図である。

【図77】本発明における信号の重み付け方法を示す一実施例を示す図である。

【図78】本発明を実現するための一実施例を示す図で

ある。

【図79】本発明における移動局の位置推定を示す一実施例を示す図である。

【図80】本発明による測距を用いた伝送路状況測定を示す一実施例を示す図である。

【図81】本発明に係る基本構成を示す概念図である。

【図82】本発明に係り、ビームの回転速度を角速度を一定としたときのスロットの長さを示す図である。

【図83】本発明に係り、ビームの回転速度を線速度を一定としたときのスロットの長さを示す図である。

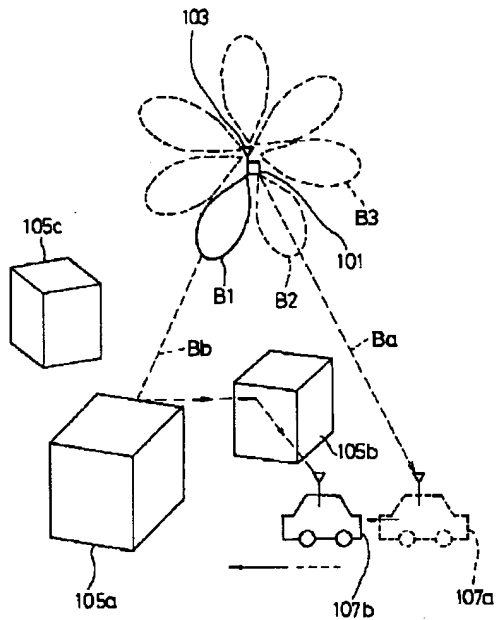
【図84】本発明に係る他の一実施例を示す図である。

【図85】本発明に係るさらに他の一実施例を示す図である。

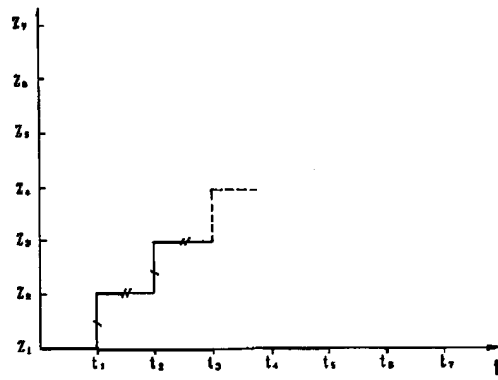
【符号の説明】

101, 201, 301 基地局
103, 203, 303 アンテナ
105, 215 遮蔽物
107, 217, 305, 移動局
205, 207, 209 移動局
20 211 コンピュータ端末
213 計測器
307 光ファイバ網
311 光交換器
313 分配器
315 遅延器
317 交換器
501 第1のコイル
502 第2のコイル
503 第3のコイル
30 504 酸化物超伝導材料の地板
505 酸化物超伝導材料の地板
506 酸化物超伝導材料のリボン状素子
508 制御回路
510 第1の電源
511 第2の電源
512 電流計
941 指向性アンテナ
942 基地局コントローラ
943 他セル基地局コントローラ
40 944 受信機
945 周波数軸上電力密度測定器
946 測距装置
947 送信機
951 指向性アンテナ
952 移動局コントローラ
953 受信機
954 周波数軸上電力密度測定器
955 送信機

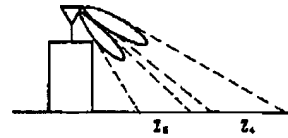
【図1】



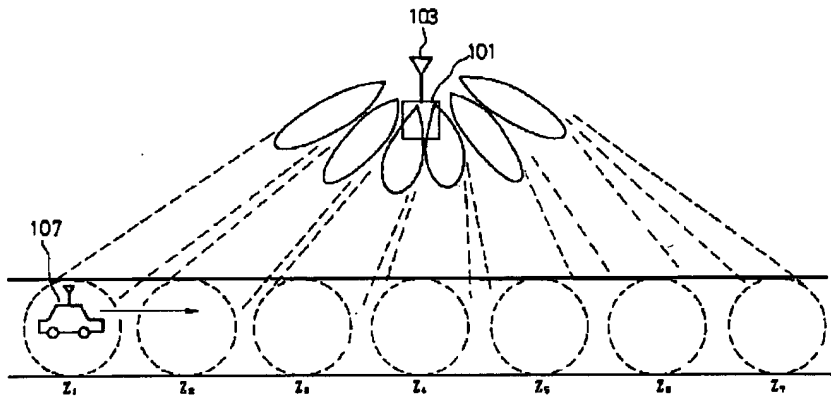
【図2】



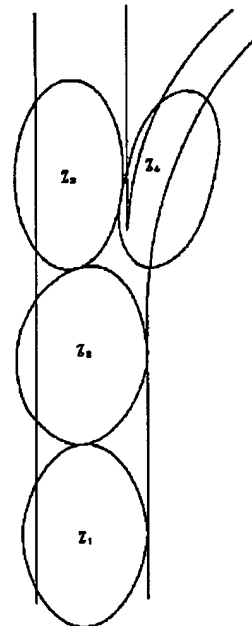
【図5】



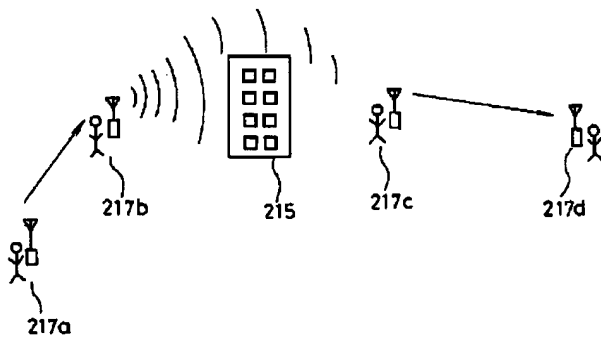
【図3】



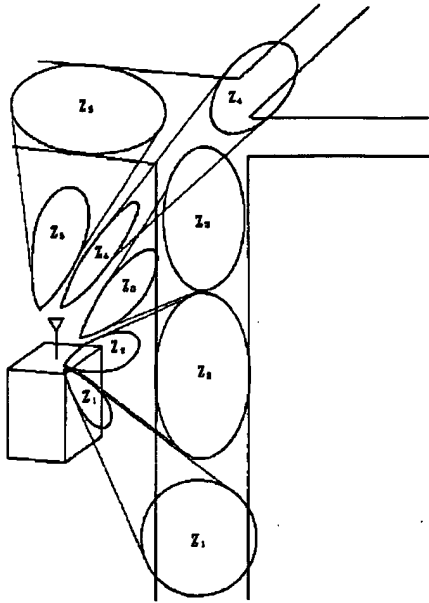
【図6】



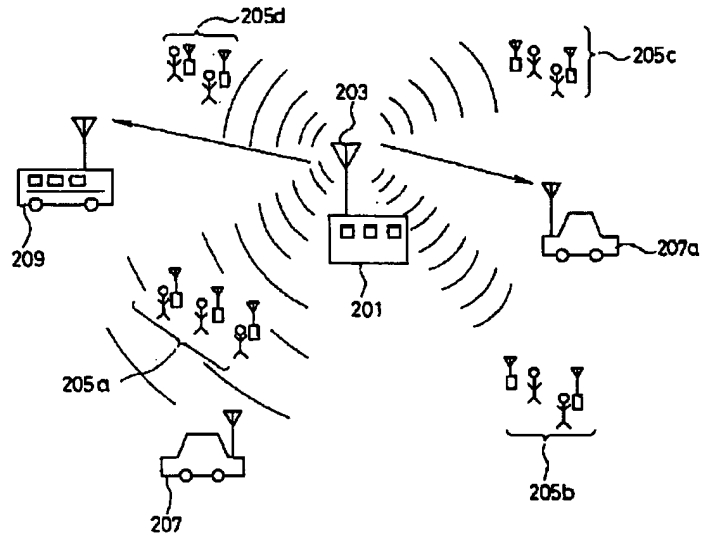
【図9】



【図4】

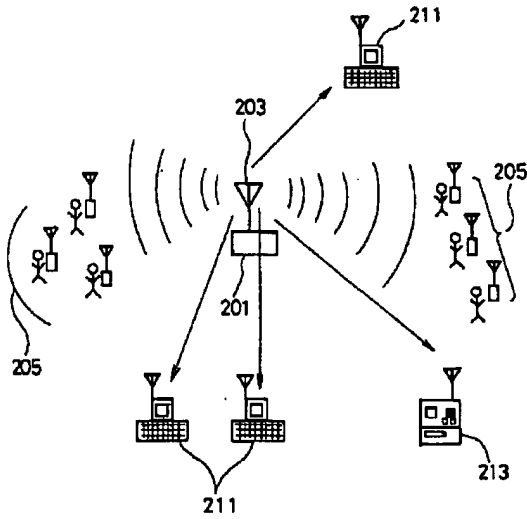


【図7】

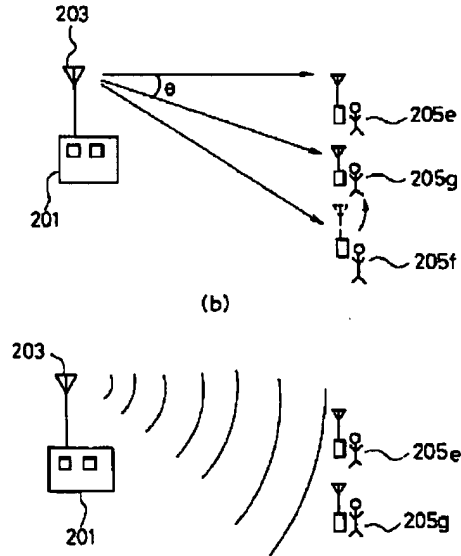


【図10】

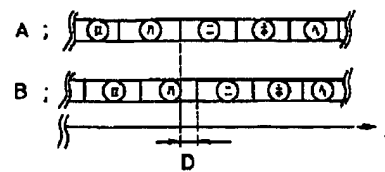
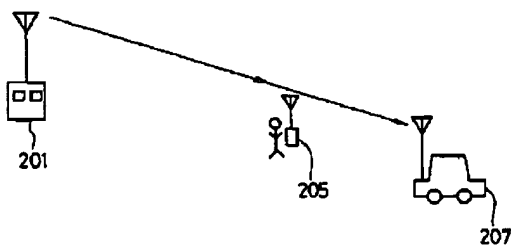
(a)



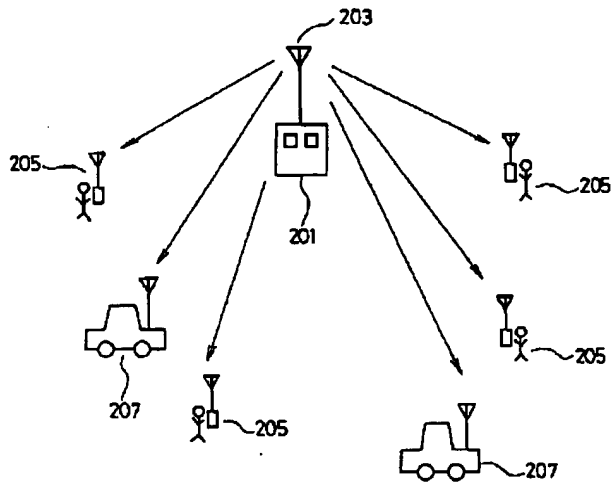
【図15】



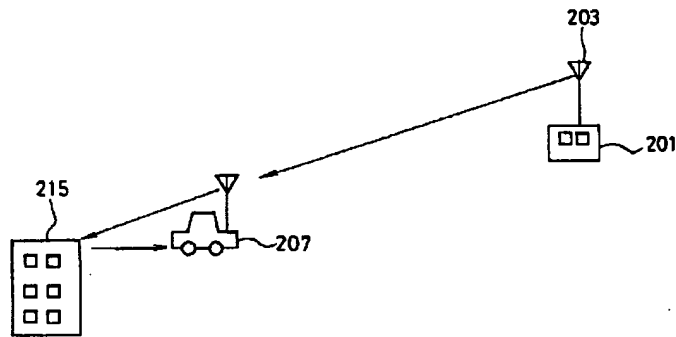
【図17】



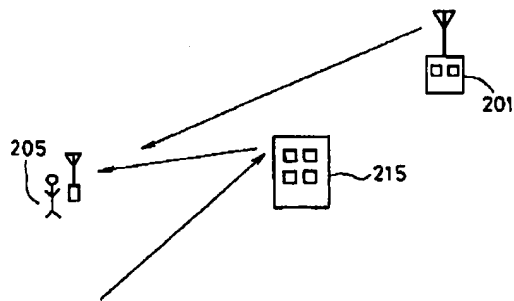
【図11】



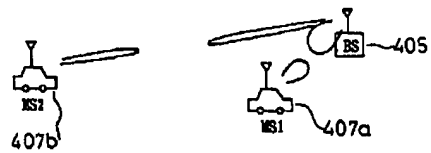
【図13】



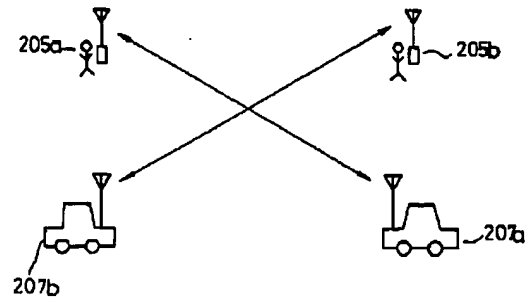
【図14】



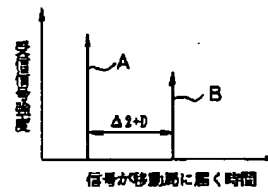
【図29】



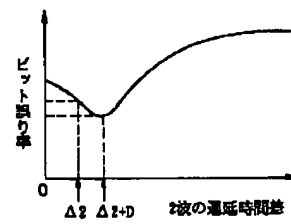
【図12】



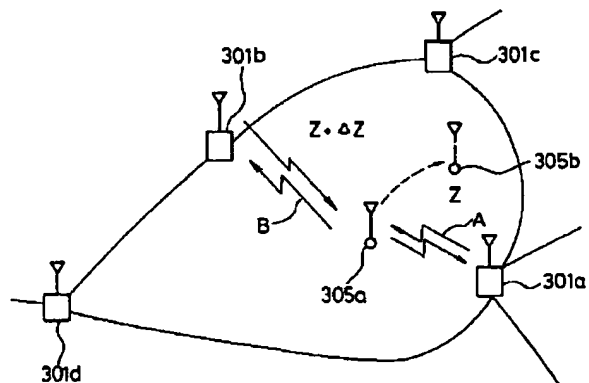
【図18】



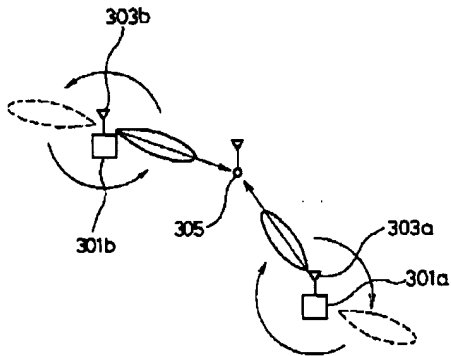
【図19】



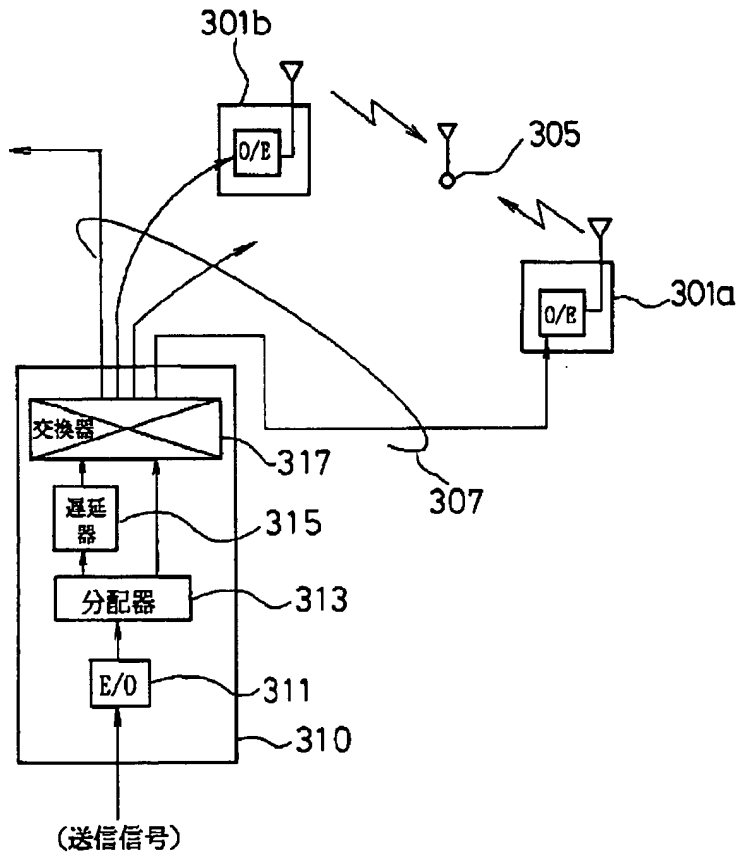
【図16】



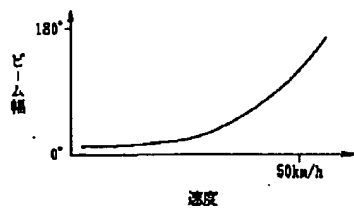
【図20】



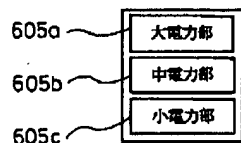
【図21】



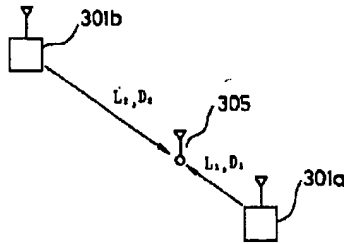
【図33】



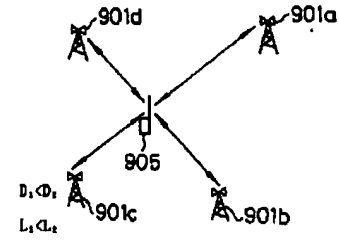
【図47】



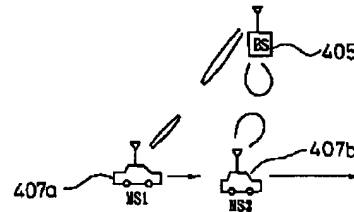
【図22】



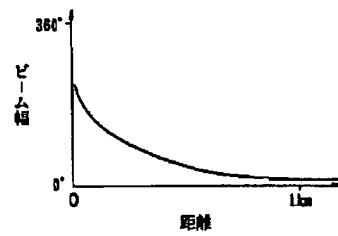
【図79】



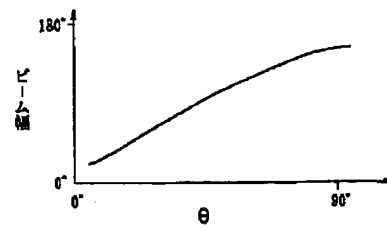
【図30】



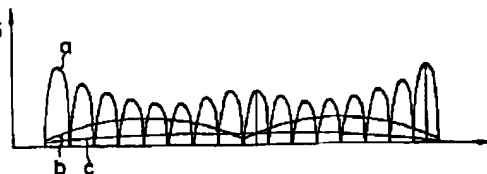
【図32】



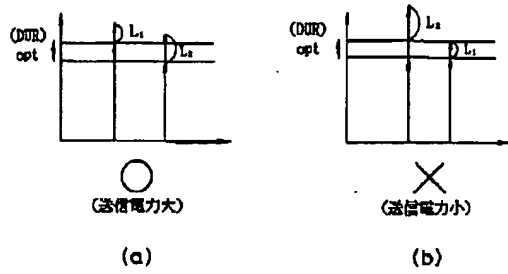
【図34】



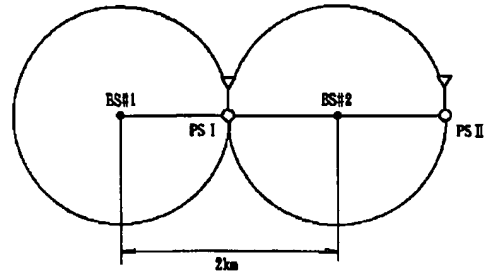
【図68】



【図23】

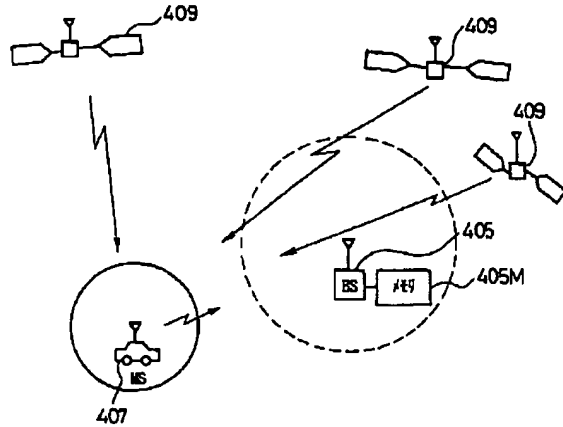


【図24】

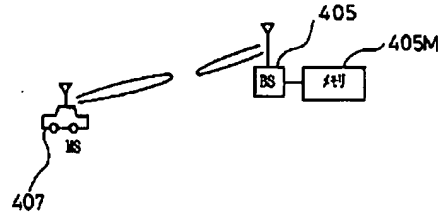


PS I : 遅延時間差0 (距離差0)
 PS II : 遅延時間差0.7 μ s (距離差2km)

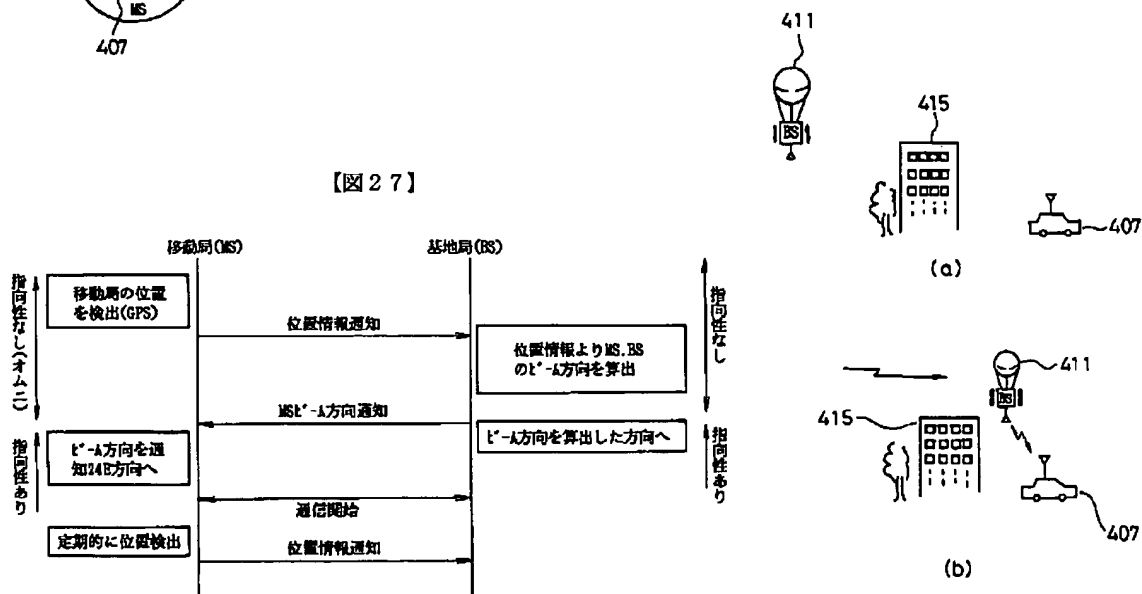
【図25】



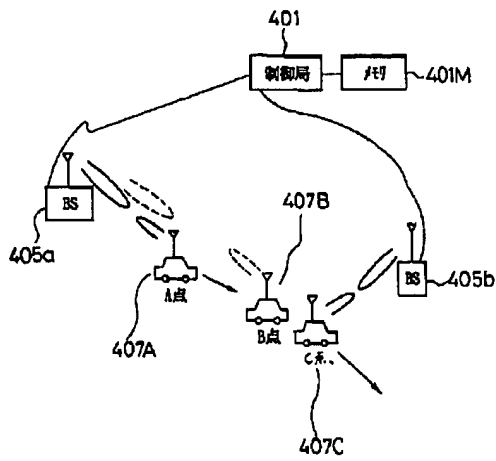
【図26】



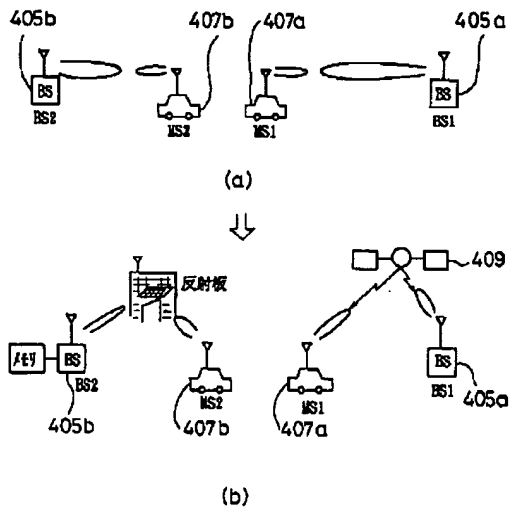
【図27】



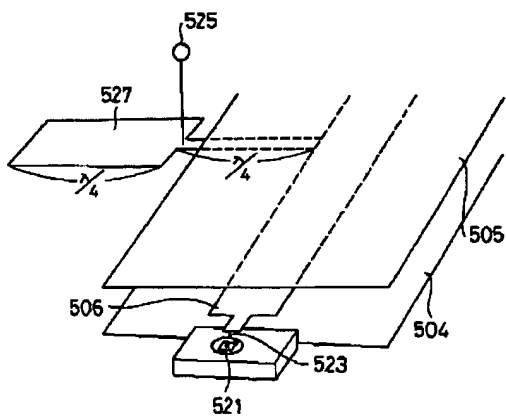
【図28】



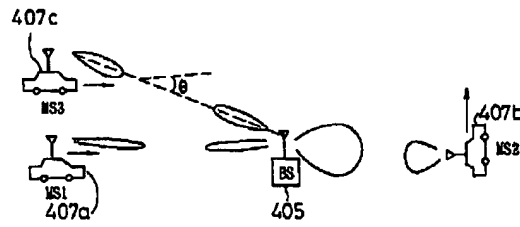
【図35】



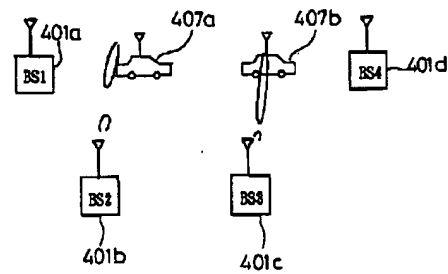
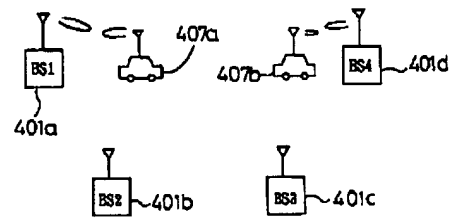
【図43】



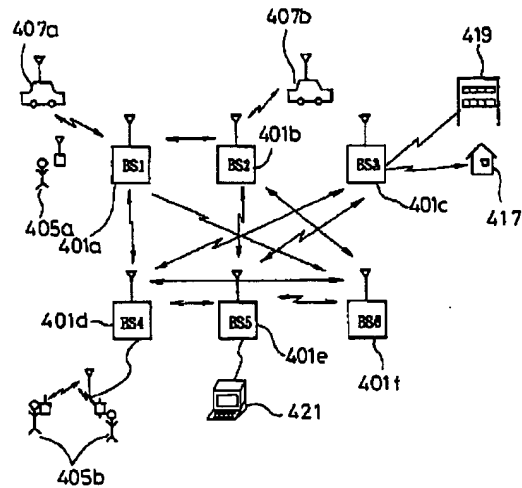
【図31】



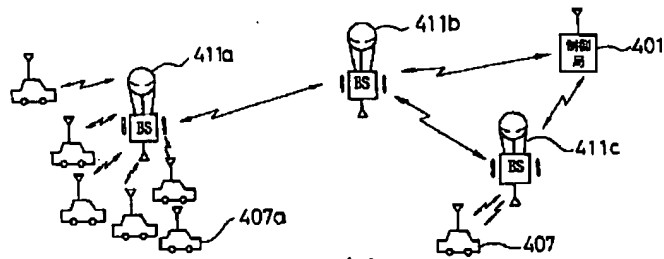
【図38】



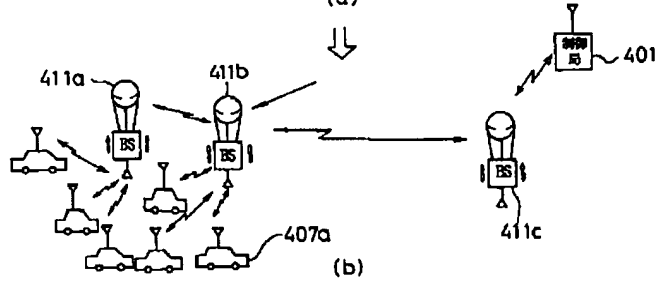
【図39】



【図36】

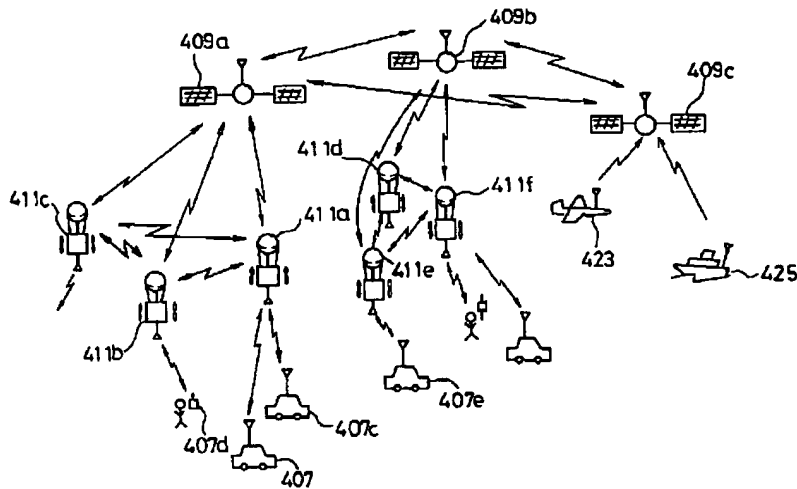


(a)

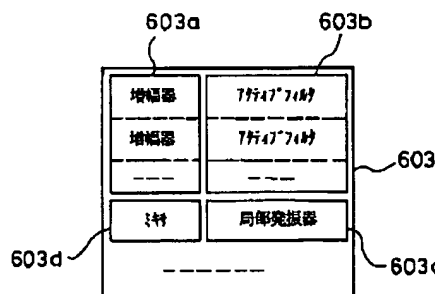


(b)

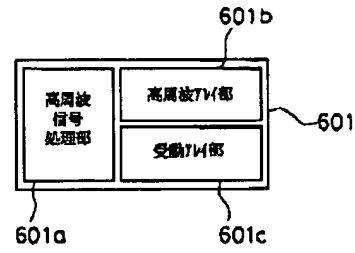
【図40】



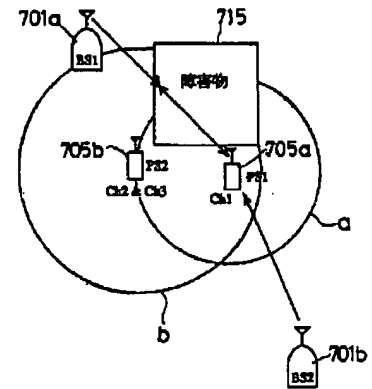
【図45】



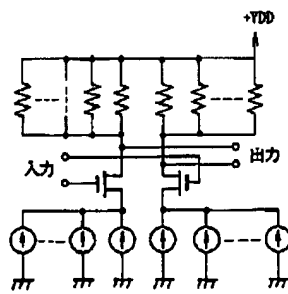
【図44】



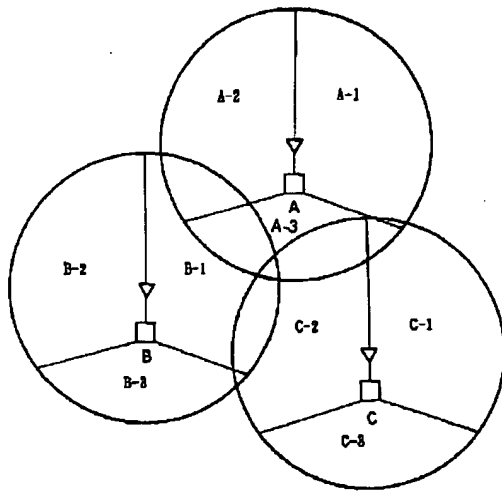
【図58】



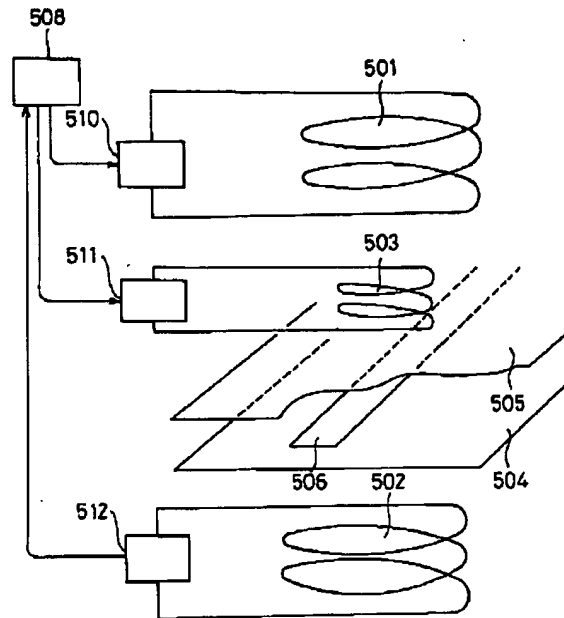
【図46】



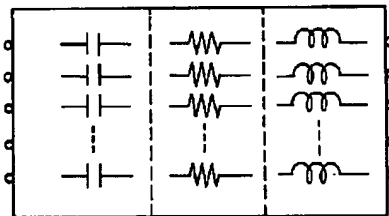
【図41】



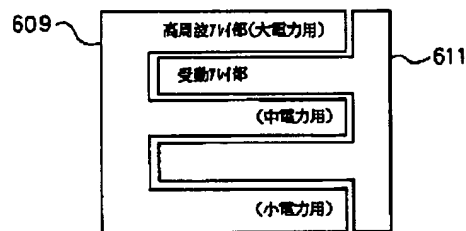
【図42】



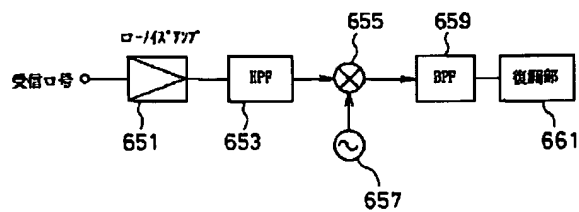
【図48】



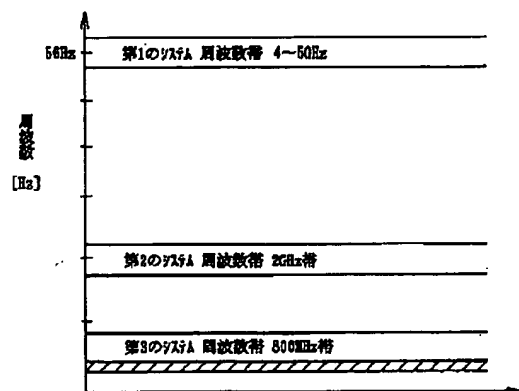
【図49】



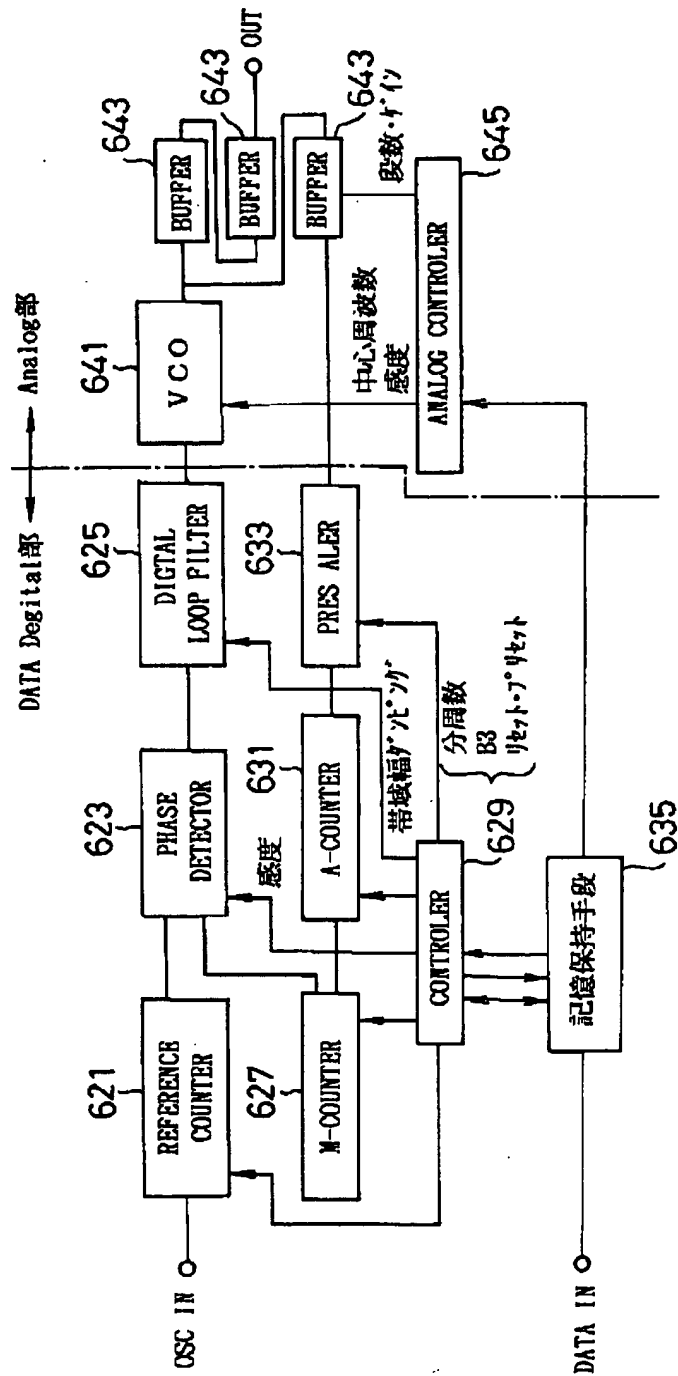
【図51】



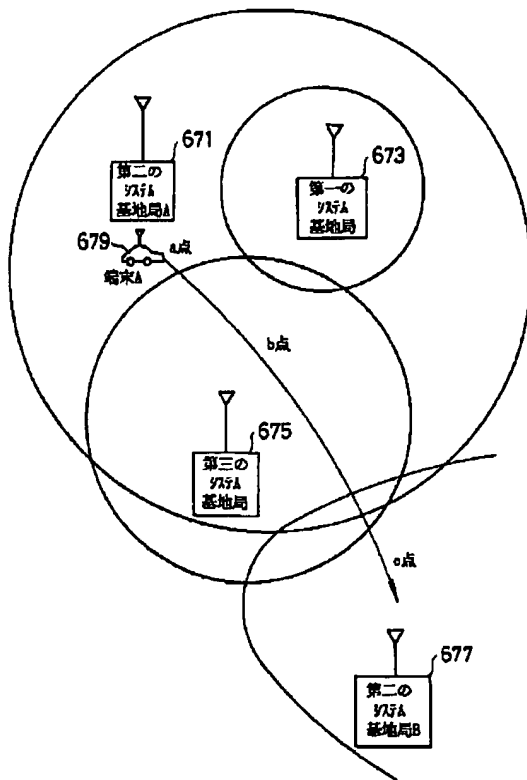
【図53】



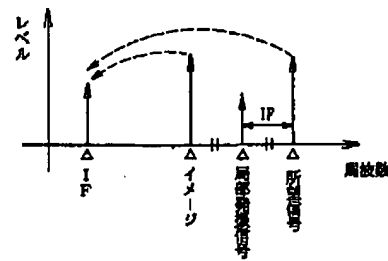
【図50】



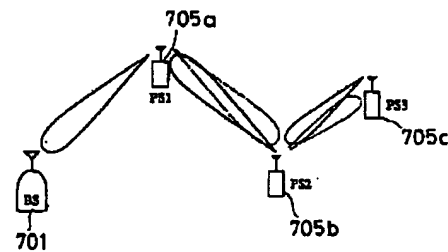
【図52】



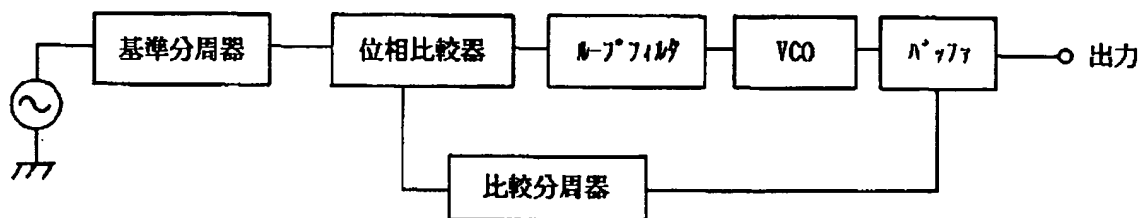
【図56】



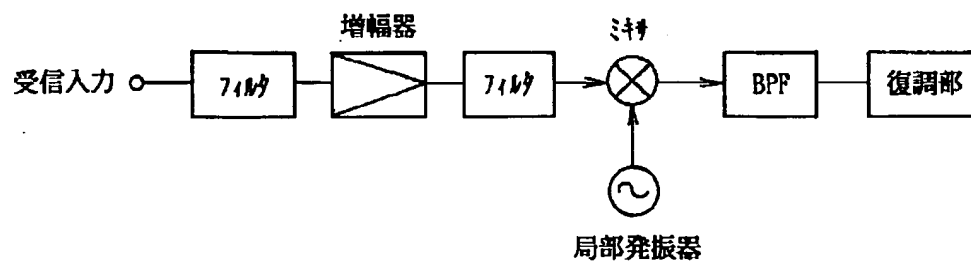
【図60】



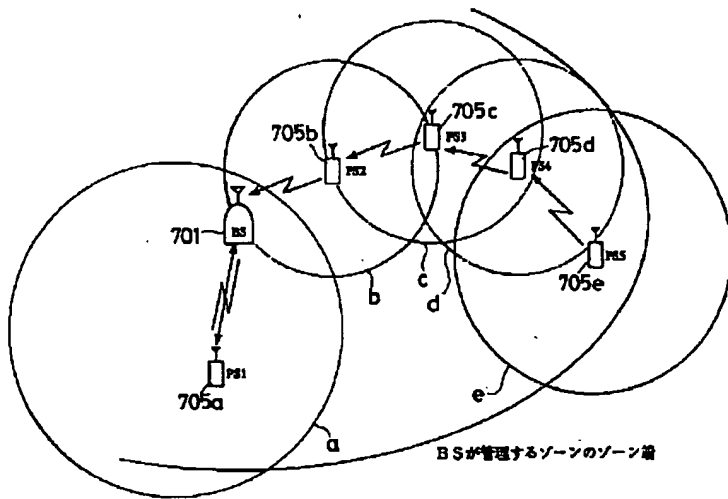
【図54】



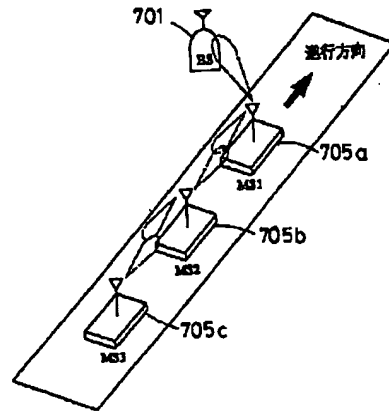
【図55】



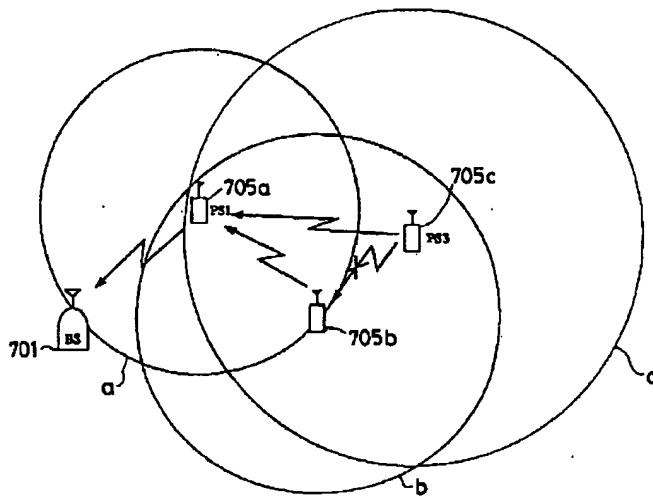
【図57】



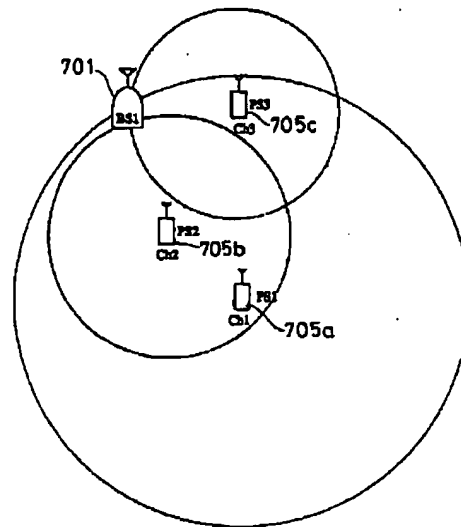
【図61】



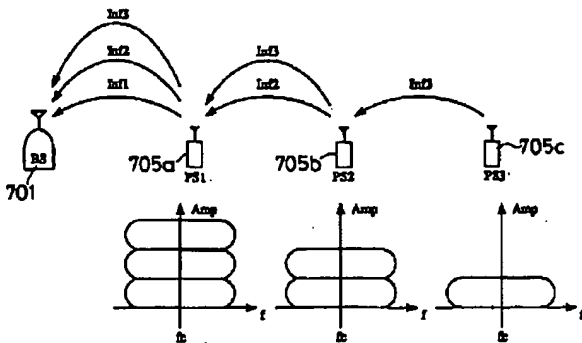
【図59】



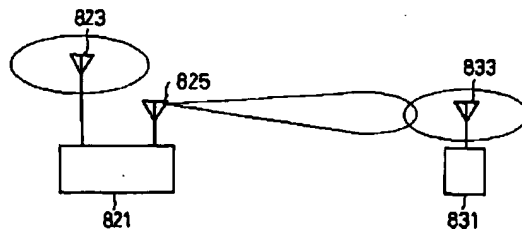
【図63】



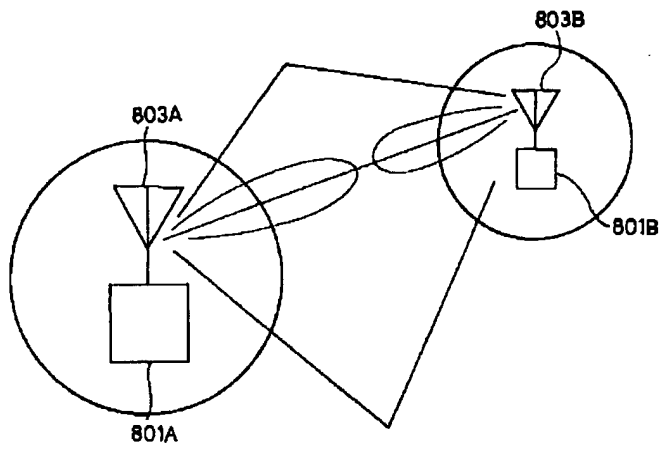
【図62】



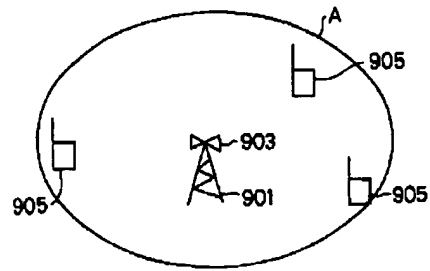
【図66】



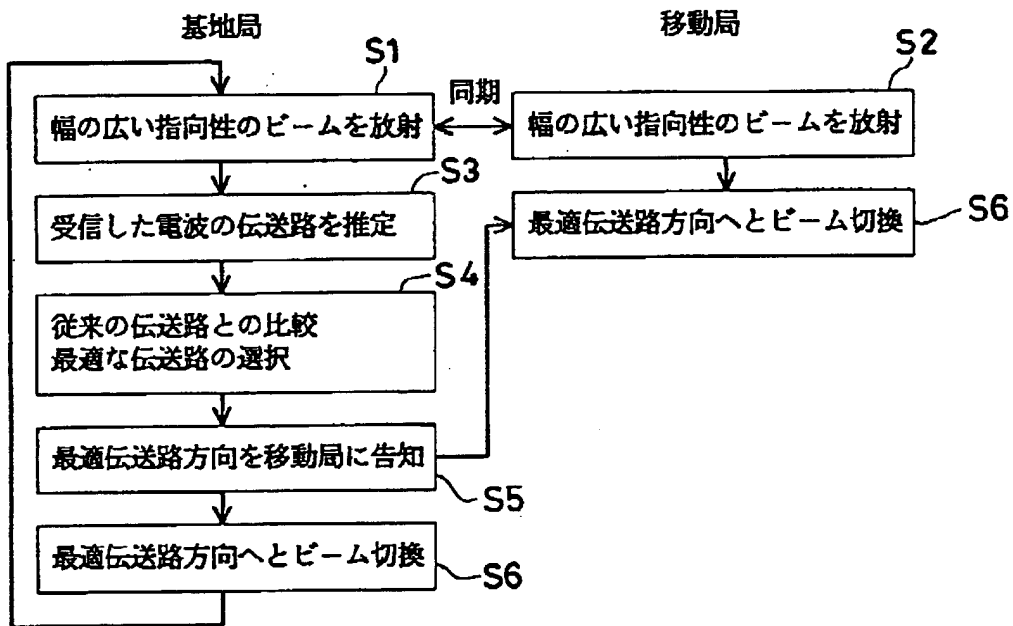
【図64】



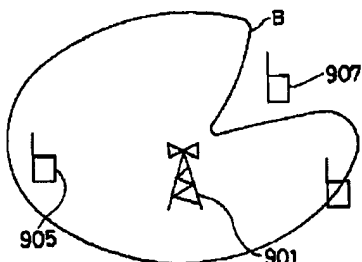
【図69】



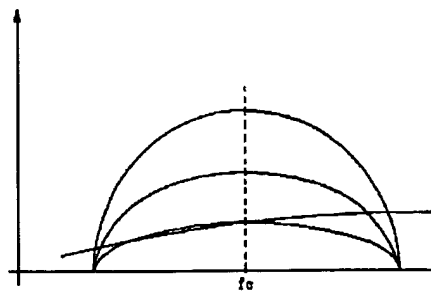
【図65】



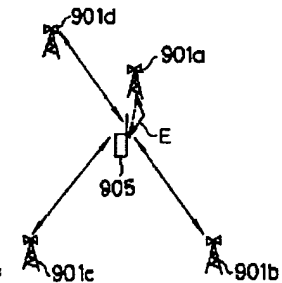
【図70】



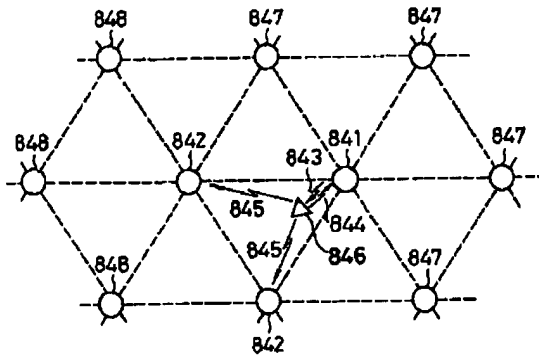
【図73】



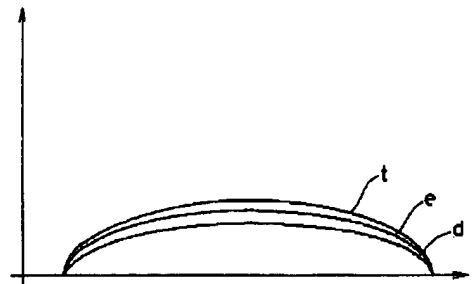
【図80】



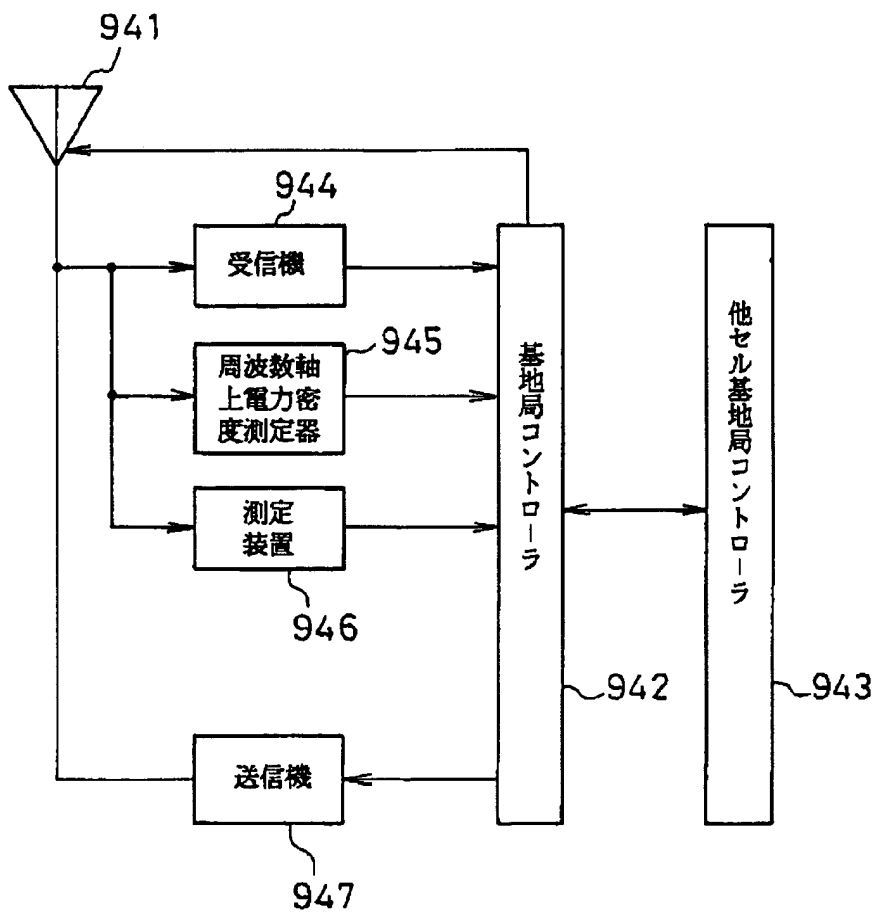
【図67】



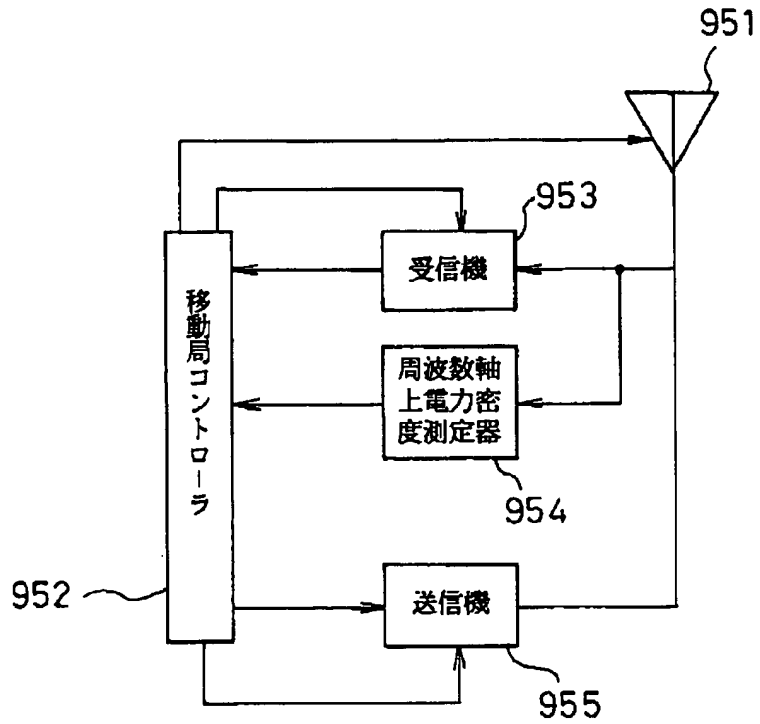
【図74】



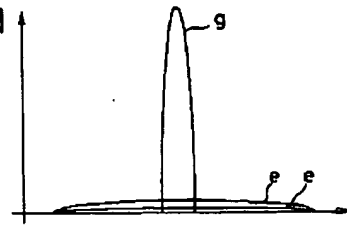
【図71】



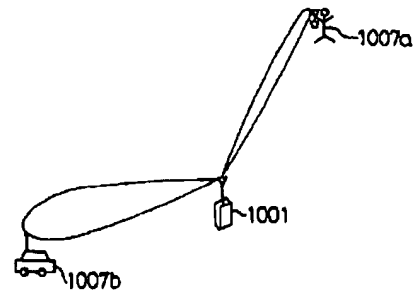
【図72】



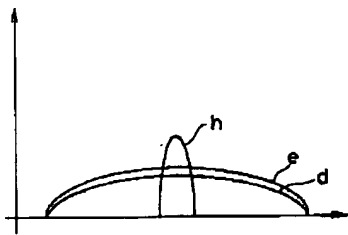
【図75】



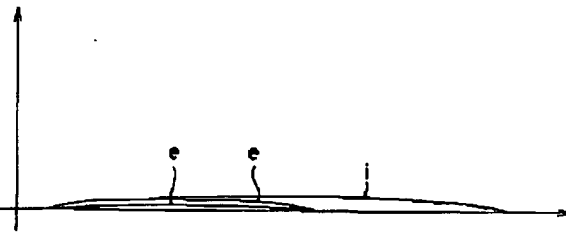
【図84】



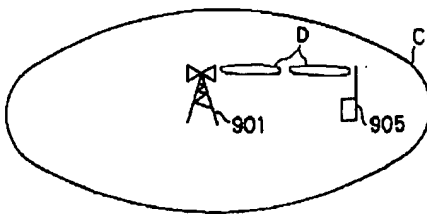
【図76】



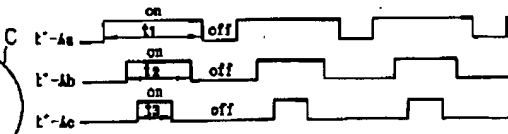
【図77】



【図78】

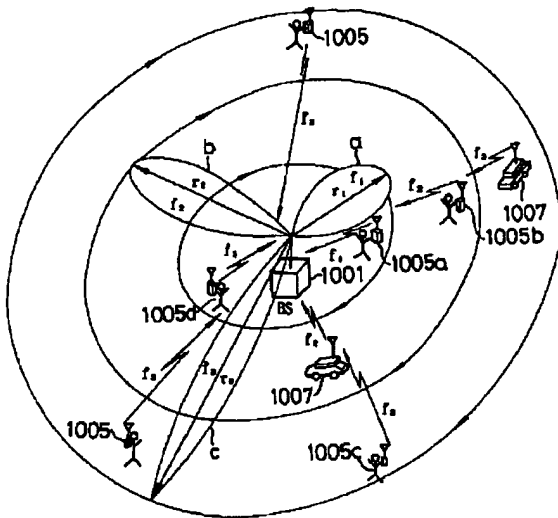


【図82】

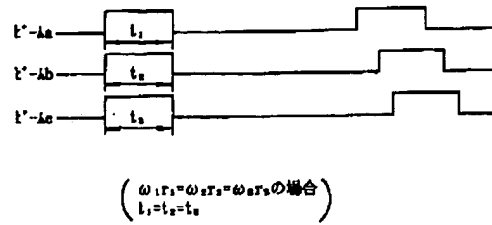


($\omega_1 = \omega_2 = \omega_3$ の場合
 $t_1 \propto \sqrt{r_1}, t_2 \propto 1/r_2, t_3 \propto 1/r_3$)

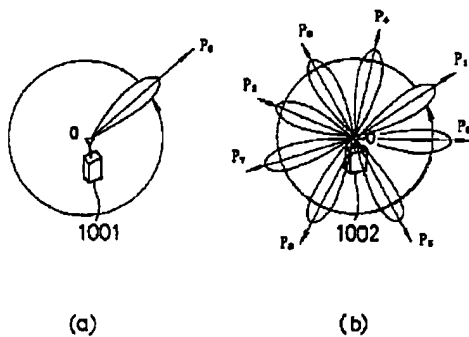
【図81】



【図83】



【図85】



フロントページの続き

(72)発明者 小倉 浩嗣
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会
 社東芝研究開発センター内
 (72)発明者 関根 秀一
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会
 社東芝研究開発センター内
 (72)発明者 吉田 弘
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会
 社東芝研究開発センター内
 (72)発明者 飯野 浩二
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会
 社東芝研究開発センター内

(72)発明者 行方 稔
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会
 社東芝研究開発センター内
 (72)発明者 天野 隆
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会
 社東芝研究開発センター内
 (72)発明者 荒井 智
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会
 社東芝研究開発センター内
 (72)発明者 向井 学
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会
 社東芝研究開発センター内

(72)発明者 添谷 みゆき

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 株式会
社東芝研究開発センター内

(72)発明者 加屋野 博幸

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 株式会
社東芝研究開発センター内

(72)発明者 石橋 孝信

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社
東芝柳町工場内